

REMARKS

The Office Action of January 22, 2009, has been carefully considered.

It is noted that claim 6 is rejected under 35 U.S.C. 112, first paragraph.

Claim 7 is rejected under 35 U.S.C. 101.

Claim 6 is rejected under 35 U.S.C. 103(a) over the patent to Reichl et al. in view of DIN EN 10208 Part 2.

In view of the Examiner's rejections of the claims, applicant has amended claims 6 and 7.

Applicant has attached hereto a copy of DIN EN 10208 Part 2. This is a standard well known to those skilled in the art and the mere mention of the standard by its number would be sufficient to enable those skilled in the art to practice the invention. There is no need for a description of the pressure test according to the standard to be detailed in the specification of the present application since a standard is inherently known to those skilled

in the art and they would have ready access to it.

In view of these considerations it is respectfully submitted that the rejection of claim 6 under 35 U.S.C. 112, first paragraph is overcome and should be withdrawn.

With the amendment to claim 7 it is respectfully submitted that the rejection of this claim under 35 U.S.C. 101 is overcome and should be withdrawn.

It is respectfully submitted that the claims presently on file differ essentially and in an unobvious, highly advantageous manner from the methods disclosed in the references.

Turning now to the references and particularly to the patent to Reichl et al., it can be seen that this patent discloses a hydraulic machine that stretches the ends of a pipe and stretches the pipe itself. The pipe is filled with water and air for stretching or expanding the pipe. Afterward, additional water under high pressure is introduced into the pipe in order to achieve a desired expansion of the pipe against the inner wall of a cylindrical jacket surrounding the pipe.

Reichl et al. do not disclose, nor would it be obvious to one skilled in the art from the teachings of Reichl et al., that prior to the introduction of additional water under high pressure, a separate hydrostatic pressure test takes place, as in the presently claimed invention. Additionally, Reichl et al. do not teach pumping a predetermined additional volume of water into the steel pipe after the pressure test so that the steel pipe is slightly stressed in the plastic range. DIN EN 10208 Part 2 only teaches the hydrostatic pressure test, but does not teach the other steps of the presently claimed invention. In Reichl et al. the additional water is introduced after the pressure testing to deform the pipe so that it contacts the inner wall of a surrounding jacket. There is no teaching concerning adding a predetermined additional volume of water based on a number of parameters such as pipe wall thickness, pipe length, original pipe diameter and characteristics of the steel so that the desired plastic expansion takes place without undesired deformation. In the preset invention, when the method is completed, if there has been no deformation of the pipe then the tested pipe is qualitatively acceptable. If, after pumping in the predetermined volume of water, there are local bulges in the outer surface of the pipe then it can be judged that there are material faults in the pipe. Also, a disproportionate expansion

of the pipe diameter after application of the predetermined additional volume of water indicates that the pipe material is soft. Pipes tested pursuant to the present invention and found to be defective can be pulled aside and thus never used for constructing a pipeline.

Reichl et al. teach away from the present invention because they do not teach a method which allows a free expansion of the pipe during the stress test. In Reichl et al, the pipe is surrounded by a jacket which limits the ability of the pipe to expand, in particular local bulges due to non-homogeneity of the pipe material would not occur. Thus, one skilled in the art would not find teachings of the presently claimed method from Reichl et al.

In view of these considerations it is respectfully submitted that the rejection of claim 6 under 35 U.S.C. 103(a) is overcome and should be withdrawn.

Reconsideration and allowance of the present application are respectfully requested.

Any additional fees or charges required at this time in

HM-726

connection with this application may be charged to Patent and
Trademark Office Deposit Account No. 11-1835.

Respectfully submitted,

By 

Klaus P. Stoffel
Reg. No. 31,668


For: Friedrich Kueffner

Reg. No. 29,482
317 Madison Avenue, Suite 910
New York, New York 10017
(212) 986-3114

Dated: April 22, 2009

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with
the United States Postal Service as first class mail in an
envelope addressed to: Commissioner for Patents, PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450, on April 22, 2009.

By: 
Klaus P. Stoffel

Date: April 22, 2009

Stahlrohre für Rohrleitungen für brennbare Medien Technische Lieferbedingungen

Teil 2: Rohre der Anforderungsklasse B
Deutsche Fassung EN 10208-2 : 1996

DIN
EN 10208-2

ICS 23.040.10

Ersatz für
DIN 17172 : 1978-05

Deskriptoren: Stahlrohr, Rohrleitung, Lieferbedingung, Rohr

Steel pipes for pipe lines for combustible fluids –

Technical delivery conditions –

Part 2: Pipes of requirements class B;

German version EN 10208-2 : 1996

Tubes en acier pour conduites de fluides combustibles –

Conditions techniques de livraison –

Partie 2: Tubes de la classe de prescription B;

Version allemande EN 10208-2 : 1996

kontrollierte
Ausgabe

Die Europäische Norm EN 10208-2 : 1996 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm EN 10208-2 wurde vom Unterausschuß TC 29/SC 2 "Fernleitungsrohre" des Europäischen Komitees für die Eisen- und Stahlnormung (ECISS) ausgearbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Unterausschuß 09/3 "Fernleitungsrohre" des Normenausschusses Eisen und Stahl (FES).

Diese Norm weist die gleiche Struktur wie EN 10208-1 auf und unterscheidet sich von dieser Norm im wesentlichen durch:

- eine erhöhte Anzahl von Stahlsorten;
- Abweichungen bei der chemischen Zusammensetzung (niedrigerer C-Gehalt sowie P- und S-Gehalt, Festlegungen zum Cu-, Ni-, Cr- und Mo-Gehalt sowie zum Kohlenstoffäquivalent);
- Festlegung der Stahlherstellungsverfahren;
- erhöhte Anforderungen bei der Rohrherstellung (Vereinbarungsmöglichkeit zur Bestätigung des Qualitätsmanagementsystems); kontinuierlich geschweißte (BW-)Rohre nicht zugelassen, für das Elektrowiderstandsschweißen Hochfrequenz erforderlich (HFW); Wärmebehandlungszustand der Rohre für jede Stahlsorte festgelegt;
- Rundnahtrohre nicht zugelassen;
- abweichende Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften (Festlegung einer $R_{t0,5}$ -Spanne und eines Mindestwertes von R_m ; Streckgrenzenverhältnis und Kerbschlagarbeitswerte sind festgelegt; Fallgewichtsversuch kann vereinbart werden);
- andere Festlegungen zur zulässigen Schweißnahtüberhöhung;
- ein höheres Niveau für die Prüfung (Prüfbescheinigung mindestens EN 10204-3.1.B); größere Prüfhäufigkeit; höhere Anforderungen beim Innendruckversuch, elektromagnetische Dichtheitsprüfung nicht zugelassen; höhere Anforderungen bei der zerstörungsfreien Prüfung.

Während sich die Anforderungen nach EN 10208-1 und ISO/DIS 3183-1 : 1996 stark unterscheiden, bestehen zwischen EN 10208-2 und ISO 3183-2 : 1996 fast ausschließlich redaktionelle Unterschiede.

Für die im Abschnitt 2 genannten Europäischen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen, soweit die Norm-Nummern voneinander abweichen:

CR 10260 siehe DIN V 17006-100

Fortsetzung Seite 2
und 30 Seiten EN

Normenausschuß Eisen und Stahl (FES) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Änderungen

Gegenüber DIN 17172 : 1978-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Stahlsortenauswahl erweitert, insbesondere Aufnahme vergüteter Stähle und Stahlsorten mit höherer Festigkeit.
- b) Chemische Zusammensetzung geändert, insbesondere Absenkung des Phosphor- und Schwefelgehalts.
- c) Streckgrenzenspannen und Mindestwerte der Zugfestigkeit festgelegt.
- d) Anforderungen an die Kerbschlagarbeit geändert.
- e) Grenzabmaße für Durchmesser, Unrundheit und Wanddicke sowie Schweißnahttoleranzen geändert.
- f) Festlegungen zu den Längengruppen geändert.
- g) Zusätzliche Prüfungen (Fallgewichtsversuch, makrographische/metallographische Prüfung, Härteprüfung, zerstörungsfreie Prüfungen) aufgenommen.
- h) Festlegungen zum Innendruckversuch geändert.
- i) Festlegungen zur Behandlung festgestellter Unregelmäßigkeiten aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN 17172: 1966-10, 1978-05

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN V 17006-100

Bezeichnungssysteme für Stähle – Zusatzsymbole für Kurznamen; Deutsche Fassung ECIS-IC 10 : 1993

ISO/DIS 3183-1

Petroleum and natural gas industries – Steel pipe for pipelines – Technical delivery conditions – Part 1: Pipes of requirement class A

ISO 3183-2

Petroleum and natural gas industries – Steel pipe for pipelines – Technical delivery conditions – Part 2: Pipes of requirement class B

ICS 23.040.10

Deskriptoren: Stahl, Rohr, Druckrohrleitung, Brennstoff, Klassifikation, Bezeichnung, Warenlieferung, Herstellung, chemische Zusammensetzung, mechanische Eigenschaft, Abmessung, Maßtoleranz, Prüfung, Zulässigkeit, Kennzeichnung

Deutsche Fassung

**Stahlrohre für Rohrleitungen für brennbare Medien.
Technische Lieferbedingungen
Teil 2: Rohre der Anforderungsklasse B**

Steel pipes for pipe lines for combustible fluids — Technical delivery conditions — Part 2: Pipes of requirement class B

Tubes en acier pour conduites de fluides combustibles — Conditions techniques de livraison — Partie 2: Tubes de la classe de prescription B

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1996-02-23 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen. CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CEN

**EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation**

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	7.6.5 Grenzabmaße der Schweißnaht	16
Einleitung	3	7.6.6 Grenzabweichungen der längenbezogenen Masse	17
1 Anwendungsbereich	3	8 Prüfung	
2 Normative Verweisungen	3	8.1 Arten der Prüfung und Prüfbescheinigungen ...	17
3 Definitionen	5	8.2 Spezifische Prüfungen	17
3.1 Allgemeines	5	8.2.1 Art und Umfang der Prüfungen	17
3.2 Typen von Rohren und Schweißverbindungen	5	8.2.2 Entnahme und Vorbereitung der Probenabschnitte und Proben	20
3.3 Wärmebehandlungszustand	5	8.2.3 Prüfverfahren	22
3.4 Unregelmäßigkeiten und Fehler	5	8.2.3.1 Chemische Analyse (Stückanalyse)	22
3.5 Vereinbarung	5	8.2.3.2 Zugversuch	22
3.6 Randsymbole	6	8.2.3.3 Kerbschlagbiegeversuch	23
4 Einteilung und Bezeichnung	6	8.2.3.4 Fallgewichtsversuch	23
5 Erforderliche Bestellangaben	6	8.2.3.5 Biegeversuch	23
5.1 Verbindliche Angaben	6	8.2.3.6 Ringfaltversuch	23
5.2 Sonstige Angaben	6	8.2.3.7 Makrographische und metallographische Prüfung	23
5.3 Bestellbeispiel	7	8.2.3.8 Innendruckversuch mit Wasser	23
6 Herstellung	7	8.2.3.9 Besichtigung	24
6.1 Allgemeines	7	8.2.3.10 Maßkontrolle	24
6.2 Stahlherstellung	8	8.2.3.11 Wägen	24
6.3 Rohrerstellung	8	8.2.3.12 Zerstörungsfreie Prüfung	24
6.4 Wärmebehandlungszustand	8	8.2.4 Wiederholungsprüfungen, Sortierung und Nachbehandlung	24
6.5 Maßumformung	8	9 Kennzeichnung der Rohre	24
6.6 Bandverbindungsnahte	9	9.1 Allgemeine Kennzeichnung	24
6.7 Rundnahtrohre	9	9.2 Besondere Kennzeichnung	25
7 Anforderungen	9	10 Überzüge für temporären Schutz	25
7.1 Allgemeines	9	Anhang A (informativ) Vergleich mit API-Stahlsorten	25
7.2 Chemische Zusammensetzung	9	Anhang B (normativ) Qualifizierung des Herstellverfahrens	26
7.3 Mechanische und technologische Eigenschaften	10	Anhang C (normativ) Behandlung von Unregelmäßigkeiten und Fehlern, die durch Besichtigung ermittelt wurden	26
7.4 Schweißbeignung	10	Anhang D (normativ) Zerstörungsfreie Prüfung	27
7.5 Oberflächenzustand, Unregelmäßigkeiten und Fehler	13	Anhang E (informativ) Literaturhinweise	30
7.6 Maße, Masse und Toleranzen	13		
7.6.1 Maße	13		
7.6.2 Masse	13		
7.6.3 Grenzabmaße des Rohres	13		
7.6.4 Ausführung der Rohrenden	16		

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee ECIS/TC 29 "Stahlrohre sowie Fittings für Stahlrohre" erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 1996, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 1996 zurückgezogen werden.

Die Unterschiede zwischen EN 10208-2 und ISO 3183-2 [1] sind im wesentlichen auf folgende Punkte beschränkt:

- Normative Verweisungen (siehe Abschnitt 2);
- In dieser Europäischen Norm werden Werkstoffnummern nach EN 10027-2 verwendet (siehe Tabelle 1);
- Basis der Berechnung des Prüfdruckes für den Innendruckversuch mit Wasser (Mindestwanddicke; ISO 3183-2 bietet auf Vereinbarung die Anwendung der Nennwanddicke an);
- Diese Europäische Norm enthält genormte Kennzahlen und Begriffe aus EURONORM 168 für die Struktur und den Inhalt der Prüfbescheinigungen.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und das Vereinigte Königreich.

Einleitung

Bei der Abfassung dieser Europäischen Norm war sich das zuständige Komitee darin einig, eine Festlegung der Qualität von Leitungsrohren, die für ein besonderes Einsatzgebiet vorgesehen sind, zu vermeiden. Das Komitee zog allerdings in Betracht, daß verschiedene Qualitätsstufen üblich sind und beschloß daher, zwischen den folgenden Anforderungsklassen zu unterscheiden:

Erstens anerkannte das Komitee die Notwendigkeit, eine Grundqualität vorzusehen, die weitgehend jener ähnlich ist, wie sie im Hauptteil der Norm ANSI/API 5L [2] festgelegt ist. Diese Grundqualität wird als Anforderungsklasse A bezeichnet und in EN 10208-1 beschrieben.

Zweitens stellen viele Besteller über die Grundqualität hinausgehende Anforderungen – z. B. bezüglich der Zähigkeit oder der zerstörungsfreien Prüfung. Diese Verfahrensweise ist beispielsweise üblich für Fernleitungen. Derartige, erhöhte Anforderungen sind der Anforderungsklasse B zugeordnet und werden in EN 10208-2 behandelt.

Drittens gibt es bestimmte, besondere Anwendungsfälle, wo sehr strenge Anforderungen an Qualität und Prüfung gestellt werden. Derartige Anforderungen werden in Anforderungsklasse C widerspiegelt und in EN 10208-3 behandelt.

Die Anforderungen bezüglich der Charpy-Schlagarbeit in dieser EN 10208-2 wurden von Werten abgeleitet, die beim Transport von reinem, trockenem Erdgas in Übereinstimmung mit EPRG-Empfehlungen [3] als ausreichender Schutz gegen langlaufenden Scherbruch angesehen werden. Es liegt in der Verantwortung des Konstrukteurs, darüber zu befinden, ob diese Anforderungen an die Schlagarbeit für die vorgesehenen Einsatzbedingungen ausreichend sind. Beispielsweise können Reichgas oder Zweiphasengemische verbesserte Eigenschaften erfordern.

Für Rohre der Anforderungsklassen B und C kann im Hinblick auf die Bedingungen, die für die Rohrherstellung und die Schweißverbindungsprüfung festgelegt sind, ein Schweißnahtfaktor von 1,0 für Auslegungsberechnungen verwendet werden. Bei der Auswahl der Anforderungsklasse sind viele Faktoren zu berücksichtigen: Die Eigenschaften der fortzuleitenden Medien, die Betriebsbedingungen, die Berechnungsregeln und gesetzliche Anforderungen müssen im einzelnen beachtet werden. Diese Norm enthält daher keine detaillierten Richtlinien. Es obliegt letztlich dem Anwender, die geeignete Anforderungsklasse für den beabsichtigten Anwendungsfall auszuwählen.

ANMERKUNG: Diese Europäische Norm umfaßt ein weites Gebiet von Erzeugnisarten, Maßen und technischen Einschränkungen. In einigen Anwendungsbereichen hat das Fehlen einer Europäischen Norm für die Rohrleitungsauslegung zu unterschiedlichen nationalen Vorschriften geführt, die den Anwender mit widersprüchlichen Anforderungen konfrontieren und eine technische Harmonisierung erschweren.

Es kann sich folglich als notwendig erweisen, von bestimmten Anforderungen dieser Europäischen Norm abzuweichen, damit die nationalen Auslegungsvorschriften eingehalten werden. Diese Europäische Norm ist in jedem Fall das Bezugsdokument, und die Abweichungen sollten zum Zeitpunkt der Anfrage und Bestellung festgelegt werden (siehe Abschnitt 5 und die Anmerkung zu 8.2.3.3.1).

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Europäische Norm EN 10208-2 legt die technischen Lieferbedingungen für unlegierte und legierte (ausgenommen nichtrostende), nahtlose und geschweißte Stahlrohre fest. Sie enthält Qualitäts- und Prüfanforderungen, die über die in EN 10208-1 festgelegten hinausgehen. EN 10208-2 gilt für Rohre, die üblicherweise für den Transport brennbarer Medien bestimmt sind. Der zulässige Betriebsdruck wird in den entsprechenden Auslegungsvorschriften angegeben.

ANMERKUNG: Diese Europäische Norm gilt nicht für Stahlgußrohre.

Andere Teile dieser Europäischen Norm sind:

- EN 10208-1
Stahlrohre für Rohrleitungen für brennbare Medien – Technische Lieferbedingungen – Teil 1: Rohre der Anforderungsklasse A
- EN 10208-3
Stahlrohre für Rohrleitungen für brennbare Medien – Technische Lieferbedingungen – Teil 3: Rohre der Anforderungsklasse C

1.2 Zusätzlich zu den Anforderungen dieser Europäischen Norm gelten die allgemeinen technischen Lieferbedingungen, die in EN 10021 festgelegt sind.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur dann zu dieser Europäischen Norm, wenn sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

Die Festlegungen dieser Norm haben Vorrang, wenn sie im Gegensatz zu jenen der Normen und Dokumente stehen, auf die nachstehend Bezug genommen wird:

CR 10260

Bezeichnungssysteme für Stähle – Zusatzsymbole für Kurznamen

EEN 473

Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung – Allgemeine Grundlagen

EN 10002-1

Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 1: Prüfverfahren (bei Raumtemperatur)

EN 10003-1

Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Brinell – Teil 1: Prüfverfahren

- EN 10020
Begriffsbestimmungen für die Einteilung der Stähle
- EN 10021
Allgemeine technische Lieferbedingungen für Stahl und Stahlerzeugnisse
- EN 10027-1
Bezeichnungssysteme für Stähle – Teil 1: Kurznamen, Hauptsymbole
- EN 10027-2
Bezeichnungssysteme für Stähle – Teil 2: Nummernsystem
- EN 10045-1
Metallische Werkstoffe – Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy – Teil 1: Prüfverfahren
- EN 10052
Begriffe der Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen
- EN 10079
Begriffsbestimmungen für Stahlerzeugnisse
- EN 10109-1
Metallische Werkstoffe – Härteprüfung – Rockwell – Teil 1: Prüfverfahren (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)
- EN 10204
Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen
- EN 10233
Metallische Werkstoffe – Rohr – Ringfaltversuch
- EN ISO 9001
Qualitätsmanagementsysteme – Modell zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung in Design, Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung (ISO 9001:1994)
- EN ISO 9002
Qualitätsmanagementsysteme – Modell zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung in Produktion, Montage und Wartung (ISO 9002:1994)
- ENV 10220
Nahtlose und geschweißte Stahlrohre – Maße und längenbezogene Masse
- EURONORM 168¹⁾
Inhalt von Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen für Stahlerzeugnisse
- IC 2²⁾
Schweißgeeignete Feinkornbaustähle – Hinweise für die Verarbeitung, besonders für das Schweißen
- ISO 1027
Bildgüteprüfstufen für Durchstrahlungsaufnahmen – Grundsätze und Kennzeichnung
- ISO 2566-1
Stahl – Umrechnung von Dehnungswerten – Teil 1: Unlegierte und niedriglegierte Stähle
- ISO/DIS 14284³⁾
Steel and iron – Sampling and preparation of samples for the determination of chemical composition
- prEN 910³⁾
Schweißen – Stumpfschweißverbindungen an metallischen Werkstoffen – Biegeversuch
- prEN 10246-3
Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren – Teil 3: Automatische Wirbelstromprüfung nahtloser und geschweißter (ausgenommen unterpulvergeschweißter) Stahlrohre zum Nachweis von Fehlern
- prEN 10246-5³⁾
Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren – Teil 5: Automatische Magnetfeldsonden-/Streuflußprüfung nahtloser und geschweißter (ausgenommen unterpulvergeschweißter) ferromagnetischer Stahlrohre über den gesamten Rohrumfang zum Nachweis von Längsfehlern
- prEN 10246-7³⁾
Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren – Teil 7: Automatische Ultraschallprüfung nahtloser und geschweißter (ausgenommen unterpulvergeschweißter) Stahlrohre über den gesamten Rohrumfang zum Nachweis von Längsfehlern
- prEN 10246-8³⁾
Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren – Teil 8: Automatische Ultraschallprüfung der Schweißnaht elektrisch widerstands- und induktionsgeschweißter Stahlrohre zum Nachweis von Längsfehlern
- prEN 10246-9³⁾
Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren – Teil 9: Automatische Ultraschallprüfung der Schweißnaht unterpulvergeschweißter Stahlrohre zum Nachweis von Längs- und/oder Querfehlern
- prEN 10246-10³⁾
Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren – Teil 10: Durchstrahlungsprüfung der Schweißnaht unterpulvergeschweißter Stahlrohre zum Nachweis von Fehlern
- prEN 10246-14³⁾
Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren – Teil 14: Automatische Ultraschallprüfung nahtloser und geschweißter (ausgenommen unterpulvergeschweißter) Stahlrohre zum Nachweis von Dopplungen
- prEN 10246-15³⁾
Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren – Teil 15: Automatische Ultraschallprüfung von Band/Blech, das für die Herstellung geschweißter Rohre eingesetzt wird, zum Nachweis von Dopplungen
- prEN 10246-16³⁾
Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren – Teil 16: Automatische Ultraschallprüfung des an die Schweißnaht angrenzenden Bereiches geschweißter Stahlrohre zum Nachweis von Dopplungen
- prEN 10246-17³⁾
Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren – Teil 17: Ultraschallprüfung der Rohrenden nahtloser und geschweißter Stahlrohre zum Nachweis von Dopplungen
- prEN 10256³⁾
Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren – Qualifizierung und Zuständigkeit von Level 1- und Level 2-ZfP-Personal
- prEN 10274³⁾
Metallische Werkstoffe – Fallgewichtsversuch
- prEN ISO 377³⁾
Stahl und Stahlerzeugnisse – Lage der Probenabschnitte und Proben für die mechanischen Prüfungen

- 1) Bis diese EURONORM in eine Europäische Norm umgewandelt ist, kann sie entweder angewendet werden, oder die entsprechende nationale Norm ist zum Zeitpunkt der Anfrage und Bestellung zu vereinbaren.
- 2) Mitteilungen des Europäischen Komitees für Eisen- und Stahlnormung (ECISS), veröffentlicht von den CEN-Mitgliedern
- 3) In Vorbereitung; bis dieses Schriftstück als Europäische Norm veröffentlicht ist, sollte die entsprechende nationale Norm zum Zeitpunkt der Anfrage und Bestellung vereinbart werden.

3 Definitionen

3.1 Allgemeines

Im Rahmen dieser Europäischen Norm gelten die unter 3.2 bis 3.4 gegebenen Definitionen zusätzlich zu bzw. abweichend von jenen, die für

- die Einteilung der Stähle in EN 10020,
- die Einteilung der Stahlerzeugnisse in EN 10079,
- die Wärmebehandlung in EN 10052 sowie
- die Arten von Prüf- und Probenahmeverfahren und Prüfbescheinigungen in prEN ISO 377, EN 10021 und EN 10204

angegeben werden.

3.2 Typen von Rohren und Schweißverbindungen

3.2.1 Nahtlose (S-)Rohre: Das Erzeugnis Rohr wird nach einem Warmumformverfahren hergestellt, dem sich eine Maßumformung (siehe 6.5) oder eine Kaltfertigungumformung (siehe 3.3.4) zur Erzielung der gewünschten Maße anschließen kann.

3.2.2 Hochfrequenzgeschweißte (HFW-)Rohre: Das Erzeugnis Rohr wird durch Einformen von Band und Zusammenschweißen der aufeinandertreffenden Bandkanten ohne Schweißzusatzwerkstoff gefertigt. Die Längsnaht wird durch induktiven oder konduktiven Wärmeeintrag mit elektrischem Hochfrequenzstrom erzeugt.

ANMERKUNG: Als Hochfrequenz nach dieser Europäischen Norm gilt eine Frequenz von mindestens 100 kHz.

3.2.3 Unterpulvergeschweißte (SAW-)Rohre: Das Erzeugnis Rohr wird durch Einformen von Band oder Blech und Zusammenschweißen der aufeinandertreffenden Bandkanten unter Zugabe eines Schweißzusatzwerkstoffes gefertigt. Das Rohr mit einer Längsnaht (SAWL) oder einer Spiralnaht (SAWH) wird nach dem automatischen Unterpulverschweißverfahren hergestellt (siehe jedoch auch 6.3). Mindestens eine Innenlage und mindestens eine Außenlage werden geschweißt. Eine unterbrochene oder durchgehende einlagige Heftnaht, die mittels Schutzgasschweißverfahren erzeugt wird, ist zugelassen.

3.2.4 Stahlrohre, die mit Hilfe eines kombinierten Schutzgas- und Unterpulverschweißverfahrens hergestellt werden (COW-Rohre): Das Erzeugnis Rohr wird durch Einformen von Band oder Blech und Zusammenschweißen der aufeinandertreffenden Bandkanten unter Zugabe eines Schweißzusatzwerkstoffes gefertigt. Das Rohr enthält eine Längsnaht (COWL) oder eine Spiralnaht (COWH), die durch Kombination des Schutzgasschweißverfahrens mit dem Unterpulverschweißverfahren erzeugt wird. Das Schutzgasschweißen ist dabei kontinuierlich und zuerst durchzuführen, gefolgt von dem automatischen Unterpulverschweißverfahren mit mindestens einer Innenlage und mindestens einer Außenlage.

3.2.5 Bandverbindungsnaht: Schweißnaht, die zwei Bandenden verbindet.

3.2.6 Rundnahtrohr: Zwei durch eine Rundnaht verbundene Rohrlängen.

3.2.7 Rohrkörper: Für geschweißte Rohre das gesamte Rohr ohne Schweißnaht (bzw. Schweißnähte) und Wärmeeinflußzone(n); für nahtlose Rohre das gesamte Rohr.

3.3 Wärmebehandlungszustand

3.3.1 Normalisierendes Umformen: Umformverfahren mit Endumformung in einem bestimmten Temperaturbereich, das zu einem Werkstoffzustand führt, der dem nach einem Normalglühen gleichwertig ist, so daß die Sollwerte der mechanischen Eigenschaften auch nach einem zusätzlichen Normalglühen eingehalten werden.

Das Kurzzeichen für diesen Zustand ist N.

3.3.2 Thermomechanisches Umformen: Umformverfahren mit Endumformung in einem bestimmten Temperaturbereich, das zu einem Werkstoffzustand mit bestimmten Eigenschaften führt, der durch eine Wärmebehandlung allein nicht erreicht wird und nicht wiederholbar ist. Nachträgliches Erwärmen oberhalb 580 °C kann die Festigkeitswerte vermindern.

Das Kurzzeichen für diesen Zustand ist M.

ANMERKUNG 1: Das zum Lieferzustand M führende thermomechanische Umformen kann Verfahren mit erhöhter Abkühlgeschwindigkeit ohne oder mit Anlassen einschließlich Selbstanlassen umfassen, schließt jedoch das Direkt härten und Flüssigkeitsvergüten definitiv aus.

ANMERKUNG 2: Infolge des geringen Kohlenstoffgehaltes und niedrigerer Kohlenstoffäquivalentwerte besitzt der Werkstoff im Lieferzustand M eine verbesserte Schweißbeignung.

3.3.3 Vergüten: Wärmebehandlung bestehend aus Härten und nachfolgendem Anlassen. Härten umfaßt Austenitisieren und Abkühlen unter Bedingungen, die eine mehr oder weniger vollständige Umwandlung des Austenits in Martensit und gegebenenfalls Bainit sicherstellen. Anlassen umfaßt ein ein- oder mehrmaliges Erwärmen auf eine vorgegebene Temperatur ($< A_{C1}$), Halten bei dieser Temperatur und anschließendes zweckentsprechendes Abkühlen, so daß das Gefüge modifiziert wird und die festgelegten Eigenschaften eingestellt werden.

Das Kurzzeichen für diesen Zustand ist Q.

3.3.4 Kalteinformung und Kaltfertigungumformung: Mit Kalteinformung ist hier das Verfahren gekennzeichnet, nach dem ein Flachprodukt ohne Erwärmung zu einem Rohr geformt wird. Unter Kaltfertigungumformung wird eine Kaltumformung (üblicherweise Kaltziehen) verstanden, bei der die bleibende Dehnung 1,5 % übersteigt, was diesen Prozeß von der Maßumformung nach den Festlegungen in 6.5 unterscheidet.

3.4 Unregelmäßigkeiten und Fehler

3.4.1 Unregelmäßigkeiten sind als Unvollkommenheiten in der Rohrwand oder auf der Rohroberfläche definiert, die mit Hilfe von Prüfverfahren, die in dieser Europäischen Norm beschrieben werden, nachweisbar sind. Unregelmäßigkeiten mit einer Größe und/oder Dichte innerhalb der in dieser Europäischen Norm definierten Zulässigkeitskriterien wird im Hinblick auf den beabsichtigten Einsatz des Erzeugnisses keine praktische Bedeutung beigemessen.

3.4.2 Fehler sind als Unregelmäßigkeiten definiert, deren Größe oder Dichte die in dieser Europäischen Norm definierten Zulässigkeitskriterien überschreiten. Bei Fehlern wird davon ausgegangen, daß sie den beabsichtigten Einsatz des Erzeugnisses negativ beeinflussen oder einschränken.

3.5 Vereinbarung

Wird nichts anderes angegeben, so bedeutet "auf Vereinbarung" – "auf Vereinbarung zwischen Hersteller und Besteller zum Zeitpunkt der Anfrage und Bestellung".

Tabelle 1: Einteilung und Bezeichnung der Stähle

Wärmebehandlungs- zustand des Rohres	Stahlgruppe nach EN 10020	Stahlkurzname	Werkstoffnummer
Normalgeglüht oder normalisierend umgeformt	Unlegierter Qualitätsstahl	L245NB	1.0457
		L290NB	1.0484
		L360NB	1.0582
	Legierter Edelstahl	L415NB	1.8972
Vergütet	Legierter Edelstahl	L360QB	1.8948
		L415QB	1.8947
		L450QB	1.8952
		L485QB	1.8955
		L555QB	1.8957
Thermomechanisch gewalzt	Unlegierter Qualitätsstahl	L245MB	1.0418
		L290MB	1.0429
		L360MB	1.0578
	Legierter Edelstahl	L415MB	1.8973
		L450MB	1.8975
		L485MB	1.8977
		L555MB	1.8978

3.6 Randsymbole

Die folgenden, am Seiten- oder Tabellenrand angegebenen Symbole dienen zur Kennzeichnung von zu vereinbarenden Lieferbedingungen:

- M Vereinbarung, die getroffen werden muß (siehe 5.2a);
- U Option des Herstellers, soweit nichts anderes vereinbart wurde (siehe 5.2b);
- O Vereinbarung, die getroffen werden kann (siehe 5.2c).

4 Einteilung und Bezeichnung

4.1 Einteilung

Die in dieser Europäischen Norm festgelegten Stähle sind unlegierte Qualitätsstähle oder legierte Edelstähle. Ihre Einteilung nach EN 10020 ist aus Tabelle 1 ersichtlich.

4.2 Bezeichnung

Die in dieser Europäischen Norm spezifizierten Stähle werden mit Stahlkurznamen und Werkstoffnummern bezeichnet. Ihre Bezeichnung nach EN 10027-1, EN 10027-2 und CR 10260 ist aus Tabelle 1 ersichtlich.

ANMERKUNG: Ein Vergleich der Basiskurznamen dieser Stähle mit jenen, die in der Norm ANSI/API 5L [2] festgelegt sind, wird auf der Grundlage der Mindeststreckgrenze in Anhang A vorgenommen.

5 Erforderliche Bestellangaben

5.1 Verbindliche Angaben

Der Besteller muß in seiner Anfrage und Bestellung folgende Mindestangaben machen:

- 1) Bestellmenge (z. B. Gesamttonnage oder Gesamtlänge der Rohre);
- 2) Erzeugnisform (d. h. Rohr);

3) Rohrtyp (siehe Tabelle 2, Spalte 1);

4) Nummer dieses Teils dieser Europäischen Norm;

5) Stahlkurzname oder Werkstoffnummer (siehe Tabelle 1);

6) Rohraußendurchmesser und Wanddicke in mm (siehe 7.6.1.2);

7) Gruppe der Herstelllänge oder, wenn Festlängen gefordert werden, die Länge in mm (siehe 7.6.3.3 und Tabelle 11);

8) Welche Anforderungen an die Kerschlagarbeit, Tabelle 6 oder Tabelle 7, gelten;

9) Art der Prüfbescheinigung (siehe 8.1.1).

5.2 Sonstige Angaben

Diese Europäische Norm bietet dem Besteller und dem Hersteller die Möglichkeit, Vereinbarungen über zusätzliche Angaben (siehe Anmerkung 1 zu 7.3) zu treffen oder andere von den üblicherweise anzuwendenden Lieferbedingungen abweichende Bedingungen nach a) bis c) zu vereinbaren. Der Bedarf an Zusatzangaben oder die Inanspruchnahme von Optionen muß zum Zeitpunkt der Anfrage klar zum Ausdruck gebracht und im Auftrag und der Auftragsbestätigung angegeben werden.

a) Verbindliche Optionen – Vereinbarungen, die – soweit anwendbar – getroffen werden müssen (am Seitenrand durch ein M gekennzeichnet)

- 1) Chemische Zusammensetzung der Rohre mit einer Wanddicke > 25 mm (siehe Tabelle 3, Fußnote 2);
- 2) Mechanische Eigenschaften von Rohren mit einer Wanddicke > 25 mm (siehe Tabelle 5, Fußnote 1);
- 3) Anforderungen an den Kerbschlagbiegeversuch und den Fallgewichtsversuch für Rohre mit

- einem Außendurchmesser > 1430 mm und/oder einer Wanddicke > 25 mm (siehe Tabellen 6 und 7, Fußnote 2);
- 4) Durchmessergrenzabmaße für nahtlose Rohre mit einer Wanddicke > 25 mm (siehe Tabelle 9, Fußnote 2);
 - 5) Durchmessergrenzabmaße für Rohre mit einem Außendurchmesser > 1430 mm (siehe Tabelle 9, Spalte 2/3);
 - 6) Aussteller der Prüfbescheinigung 3.2 (siehe 8.1.1, Anmerkung 2).
- b) Optionen des Herstellers, soweit nichts anderes vereinbart wird (am Seitenrand durch ein U gekennzeichnet)
- 1) Verfahren zum Nachweis der Maß- und Geometrieforderungen (siehe 8.2.3.10.4);
 - 2) Zeitpunkt der zerstörungsfreien Prüfung bei nahtlosen und HFW-Rohren (siehe D.2.2);
 - 3) Durchstrahlungsprüfung zum Nachweis von Längsfehlern (siehe D.5.4.a).
- c) Vereinbarungen, die getroffen werden können (am Seitenrand durch ein O gekennzeichnet)
- 1) Bestätigung des Qualitätsmanagementsystems oder Nachweis der Eignung des Herstellverfahrens (siehe 6.1 und Anhang B);
 - 2) Stahlherstellungsverfahren (siehe 6.2.1);
 - 3) Herstellung von SAWL-Rohren mit zwei Schweißnähten (siehe 6.3);
 - 4) Zulässigkeit von Bandverbindungsnahten in SAWH/COWH-Rohren (siehe 6.6.1);
 - 5) Mo-Gehalt (siehe Tabelle 3, Fußnote 7);
 - 6) Abgesenkter CEV-Wert (siehe Tabelle 3, Fußnote 4);
 - 7) Fallgewichtsversuch (siehe Tabellen 6 und 7, Fußnote 4);
 - 8) Schweißbarkeitsdaten oder Schweißversuche (siehe 7.4.2);
 - 9) Anwendung der Durchmessergrenzabmaße auf den Innendurchmesser (siehe Tabelle 9, Fußnote 3);
 - 10) Anwendung der Durchmessergrenzabmaße auf den Außendurchmesser (siehe Tabelle 9, Fußnote 4);
 - 11) Besondere Formen der Stirnflächenvorbereitung (siehe 7.6.4.2);
 - 12) Versatz von Bandverbindungsnahten (siehe Tabelle 13, Fußnote 1);
 - 13) Kerbschlagbiegeversuch für die Wärmeeinflußzone (siehe 8.2.1.2);
 - 14) Probenrichtung (siehe Tabelle 18, Fußnote 2);
 - 15) Verwendung von Rundproben (siehe 8.2.2.2.2);
 - 16) Verwendung gerichteter und wärmebehandelter Probestücke (siehe 8.2.2.2.2);
 - 17) Von 0°C abweichende Prüftemperaturen für den Kerbschlagbiegeversuch und den Fallgewichtsversuch (siehe 8.2.3.3.1 und 8.2.3.4);
 - 18) Ersatz der makrographischen Prüfung der Schweißnaht durch alternative Prüfverfahren (siehe 8.2.3.7.1);
 - 19) Härteprüfung bei der Herstellung für HFW-Rohre mit Nahtwärmebehandlung (siehe 8.2.3.7.2);
 - 20) Innendruckversuch mit Wasser bei Drücken größer als 250 oder 500 bar bzw. bis zu 100 % der festgelegten Mindeststreckgrenze (siehe 8.2.3.8.1);
 - 21) Anwendung besonderer Meßgeräte zur Bestimmung des Rohrdurchmessers (siehe 8.2.3.10.1);

- 22) Anwendung der (Kalt-)Prägemarkierung (siehe 9.1.3);
- 23) Besondere Kennzeichnung (siehe 9.2);
- 24) Überzüge und Auskleidung (siehe Abschnitt 10);
- 25) Zulässigkeitsklasse U2/C bzw. F2 für die zerstörungsfreie Prüfung nahtloser Rohre (siehe D.3.1, D.3.2);
- 26) Anwendung der Streuflußprüfung (für nahtlose und HFW-Rohre) oder der Wirbelströmprüfung (für HFW-Rohre) (siehe D.3.2 und D.4.1.2);
- 27) Zulässigkeitsklasse U2/C (U2) für die zerstörungsfreie Prüfung von HFW-Rohren (siehe D.4.1.1);
- 28) Zulässigkeitsklasse F2 für die zerstörungsfreie Prüfung von HFW-Rohren (siehe D.4.1.2.a);
- 29) Nachweis der Qualitätsanforderungen für Doppelungen (siehe D.2.4; D.4.2 und D.4.3; D.5.2 und D.5.3);
- 30) Anwendung von Nuten mit festgelegter Nuttiefe für die Einstellung der Prüfanlage (siehe D.5.1.1.d);
- 31) Anwendung von Loch-Penetrametern anstelle des ISO-Draht-Penetrameters (siehe D.5.5.1.a);
- 32) Anwendung der fluoroskopischen Prüfung (siehe D.5.5.1.b).

5.3 Bestellbeispiel

Die Angaben sollten vorzugsweise in der im folgenden Bestellbeispiel angezeigten Form gemacht werden:

10 000 m Rohr SAWL EN 10208-2-L415MB-610x12,5-r2, Werte der Kerbschlagarbeit nach Tabelle 7, mit Fallgewichtsversuch, Prüfbescheinigung EN 10204-3.1.C.

6 Herstellung

6.1 Allgemeines

6.1.1 Der Rohrhersteller und, soweit anwendbar, der Lagerhandel, wenn Rohre vom Lagerhandel geliefert werden, müssen über ein Qualitätsmanagementsystem nach EN ISO 9002⁴⁾ verfügen.

Eine Bestätigung des Qualitätsmanagementsystems entweder durch:

- den Besteller,
- den Vertreter des Bestellers,
- eine unabhängige dritte Stelle oder durch
- eine im Regelwerk benannte Stelle

O kann vereinbart werden.

ANMERKUNG: In besonderen Fällen kann auch der Nachweis über die Eignung des Herstellverfahrens entweder durch verfügbare Daten oder in Übereinstimmung mit Anhang B vereinbart werden.

6.1.2 Alle Aktivitäten der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) sind durch qualifiziertes und kompetentes Level-1- und/oder Level-2-Personal, das vom Arbeitgeber⁵⁾ bestätigt wurde, auszuführen. Nach Wahl des Herstellers darf die Qualifizierung nach prEN 10256 oder nach EN 473 erfolgen. Das gesamte Level-1- und Level-2-Personal und alle ZfP-Operationen müssen durch eine Person, die vom Arbeitgeber bestätigt und nach EN 473 zertifiziert ist, autorisiert werden (siehe 8.2.3.12 und Anhang D).

⁴⁾ Diese Anforderung gilt als erfüllt durch ein Qualitätsmanagementsystem nach EN ISO 9001.

⁵⁾ Arbeitgeber – die Einrichtung, für die eine Person auf rechtlicher Grundlage arbeitet. Arbeitgeber kann entweder der Rohrhersteller oder eine unabhängige Anstalt sein, die ZfP-Dienstleistungen anbietet.

6.2 Stahlherstellung

6.2.1 Die Stähle nach dieser Europäischen Norm sind nach dem Sauerstoffblasverfahren oder dem Elektroofenverfahren herzustellen.

- Andere gleichwertige Stahlherstellungsverfahren können nach Vereinbarung angewendet werden.

6.2.2 Die Stähle sind vollberuhigt und unter Anwendung einer Feinkorntechnologie herzustellen.

6.3 Rohrherstellung

Die zugelassenen Rohrtypen werden in 3.2 beschrieben und zusammen mit den zugelassenen Fertigungsabläufen in Tabelle 2 aufgelistet. Der Rohrtyp und die Art der Wärmebehandlung, wie sie im Stahlkurznamen angegeben ist, müssen durch den Besteller festgelegt werden.

SAWH-Rohre sind unter Einsatz von Band herzustellen, dessen Breite mindestens das 0,8fache und maximal das 3,0fache der Rohraußendurchmesser beträgt.

- SAWL-Rohre können nach Vereinbarung mit zwei Längsnähten gefertigt werden.

6.4 Wärmebehandlungszustand

Die Rohre sind in einem der in Tabelle 2 angegebenen Umform- und Wärmebehandlungszustände zu liefern.

6.5 Maßumformung

Die Rohre können durch aufweitende oder reduzierende Maßumformung auf ihre Endabmessung gebracht werden. Das darf keine übermäßige bleibende Dehnung zur Folge haben. Wird keine weitere Wärmebehandlung oder lediglich eine Wärmebehandlung der Schweißnaht durchgeführt, so darf das Maßumformungsverhältnis s_r nach dieser Kaltumformung einen Wert von 0,015 nicht überschreiten. Es ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$s_r = \frac{|D_a - D_b|}{D}$$

Darin sind:

D_a der Außendurchmesser nach der Maßumformung;

D_b der Außendurchmesser vor der Maßumformung;

D der Nennaußendurchmesser.

Tabelle 2: Rohrtypen und Fertigungsablauf
(Ausgangsmaterial, Rohrumformung und Wärmebehandlungszustand)

Rohrtyp	Ausgangsmaterial	Rohrumformung 1)	Wärmebehandlungszustand	Symbol für die Wärmebehandlung
Nahtlos (S)	Block oder Knüppel	Warmwalzen	Normalgeglüht oder normalisierend umgeformt	N
			Vergütet	Q
		Warmwalzen und Kaltfertigumformung	Normalgeglüht	N
			Vergütet	Q
Hochfrequenzgeschweißt (HFW)	Normalisierend gewalztes Band	Kalteinformung	Normalgeglühter Schweißnahtbereich	N
	Thermomechanisch gewalztes Band		Wärmebehandelter Schweißnahtbereich	M
	Warmgewalztes oder normalisierend gewalztes Band		Normalgeglüht (gesamtes Rohr)	N
		Kalteinformung und Warmstreckreduzieren bei kontrollierter Temperatur, so daß ein normalgeglühter Zustand erreicht wird	—	N
Unterpulvergeschweißt (SAW) — mit Längsnaht (SAWL) — mit Spiralnaht (SAWH) oder Kombiniert geschweißt (COW) — mit Längsnaht (COWL) — mit Spiralnaht (COWH)	Normalgeglühtes oder normalisierend gewalztes Blech oder Band	Kalteinformung	—	N
	Thermomechanisch gewalztes Blech oder Band			M
	Blech oder Band im Walzzustand	Normalisierende Umformung	—	N
	Normalgeglühtes oder normalisierend gewalztes Blech oder Band			

1) Siehe 3.3.4

¹⁾ Siehe 3.3.4

6.6 Bandverbindungsnahte

- 6.6.1 Bei Spiralschweißnahten darf die Bandverbindungsnaht auf Vereinbarung im Rohr verbleiben. In diesem Fall muß der Abstand der Bandverbindungsnaht vom Rohrende mindestens 200 mm betragen.

6.6.2 Bei Längsschweißnahten sind Bandverbindungsnahte im Rohr nicht zulässig.

6.7 Rundschweißnahten

Die Lieferung von Rundschweißnahten ist nicht zulässig.

7 Anforderungen**7.1 Allgemeines**

Die in dieser Europäischen Norm festgelegten Anforderungen gelten unter der Bedingung, daß die entsprechenden

Festlegungen für die Probenahme, Probenvorbereitung und Prüfverfahren nach 8.2.2 und 8.2.3 eingehalten werden.

ANMERKUNG: Tabelle 17 gibt einen Überblick über die Tabellen und Abschnitte, die Anforderungen enthalten, sowie über die Vorschriften für die Prüfung.

7.2 Chemische Zusammensetzung**7.2.1 Schmelzenanalyse**

Die Schmelzenanalyse des Stahls muß den Anforderungen von Tabelle 3 entsprechen.

7.2.2 Stückanalyse

Für die Grenzabweichungen der Stückanalyse von den für die Schmelzenanalyse in Tabelle 3 festgelegten Werten gelten die Anforderungen nach Tabelle 4.

Tabelle 3: Chemische Zusammensetzung ¹⁾ der Schmelzenanalyse für Wanddicken ≤ 25 mm ²⁾

Stahlbezeichnung		Höchstanteil, %									CEV ⁴⁾
Kurzname	Werkstoffnummer	C ³⁾	Si	Mn ³⁾	P	S	V	Nb	Ti	Sonstige	max.
Stähle für nahtlose und geschweißte Rohre											
L 245NB	1.0457	0,16	0,40	1,1	0,025	0,020	—	—	—	5)	0,42
L 290NB	1.0484	0,17	0,40	1,2	0,025	0,020	0,05	0,05	0,04	5)	0,42
L 360NB	1.0582	0,20	0,45	1,6	0,025	0,020	0,10	0,05	0,04	5), 6)	0,45
L 415NB	1.8972	0,21	0,45	1,6	0,025	0,020	0,15	0,05	0,04	5), 6), 7)	nach Vereinbarung
Stähle für nahtlose Rohre											
L 360QB	1.8948	0,16	0,45	1,4	0,025	0,020	0,05	0,05	0,04	5)	0,42
L 415QB	1.8947	0,16	0,45	1,6	0,025	0,020	0,08	0,05	0,04	5), 6), 7)	0,43
L 450QB	1.8952	0,16	0,45	1,6	0,025	0,020	0,09	0,05	0,06	5), 6), 7)	0,45
L 485QB	1.8955	0,16	0,45	1,7	0,025	0,020	0,10	0,05	0,06	5), 6), 7)	0,45
L 555QB	1.8957	0,16	0,45	1,8	0,025	0,020	0,10	0,06	0,06	6), 8)	nach Vereinbarung
Stähle für geschweißte Rohre											
L 245MB	1.0418	0,16	0,45	1,5	0,025	0,020	0,04	0,04	—	5)	0,40
L 290MB	1.0429	0,16	0,45	1,5	0,025	0,020	0,04	0,04	—	5)	0,40
L 360MB	1.0578	0,16	0,45	1,6	0,025	0,020	0,05	0,05	0,04	5)	0,41
L 415MB	1.8973	0,16	0,45	1,6	0,025	0,020	0,08	0,05	0,06	5), 6), 7)	0,42
L 450MB	1.8975	0,16	0,45	1,6	0,025	0,020	0,10	0,05	0,06	5), 6), 7)	0,43
L 485MB	1.8977	0,16	0,45	1,7	0,025	0,020	0,10	0,06	0,06	5), 6), 7)	0,43
L 555MB	1.8978	0,16	0,45	1,8	0,025	0,020	0,10	0,06	0,06	5), 6), 7)	nach Vereinbarung

1) Elemente, die in dieser Tabelle nicht erwähnt sind, dürfen nicht absichtlich ohne Zustimmung des Bestellers zugegeben werden. Das gilt nicht für Elemente, die zur Desoxidation und zum Fertigbehandeln der Schmelze zugegeben werden (siehe Fußnote 5).

2) Chemische Zusammensetzung für größere Wanddicken bis 40 mm nach Vereinbarung.

3) Für jede Verminderung um 0,01 % unter den max. Kohlenstoffgehalt ist eine Erhöhung des Mangangehaltes um 0,05 % über den festgelegten Höchstwert zulässig, wobei die Erhöhung auf 0,2 % begrenzt ist.

4) $CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$; CEV ist nur für die Stückanalyse festgelegt; für Stahlsorten mit Werten größer als 0,43 kann ein CEV-Höchstwert von 0,43 vereinbart werden.

5) $0,015 \leq Al_{\text{gesamt}} < 0,060$; $N \leq 0,012$; $\frac{Al}{N} \geq \frac{2}{1}$; $Cu \leq 0,25$; $Ni \leq 0,30$; $Cr \leq 0,30$; $Mo \leq 0,10$.

6) Die Summe der Gehalte an V, Nb und Ti darf 0,15 % nicht überschreiten.

7) Bei diesen Stahlsorten können nach Vereinbarung bis zu 0,35 % Molybdän zugegeben werden.

8) Al, N, Al/N und Cu siehe Fußnote 5; $Ni \leq 0,60$; $Cr \leq 0,50$; $Mo \leq 0,35$

Tabelle 4: Grenzabweichungen der Stückanalyse von den in Tabelle 3 angegebenen Grenzwerten der chemischen Zusammensetzung

Element	Grenzabweichung
C	+ 0,02
Si	+ 0,05
Mn	+ 0,10
P	+ 0,005
S	+ 0,005
V	+ 0,01
Nb	+ 0,01
Ti	+ 0,01
V + Nb + Ti	+ 0,02
Cr	+ 0,05
Ni	+ 0,05
Mo	+ 0,03
Cu	+ 0,05
Al	± 0,005
N	+ 0,002

7.3 Mechanische und technologische Eigenschaften

Die Rohre müssen, soweit anwendbar (siehe Tabelle 17, Spalte 2), den Anforderungen nach Tabelle 5 und in den Tabellen 6 und 7 entsprechen. Der Besteller muß zum Zeitpunkt der Anfrage und Bestellung festlegen, welche Anforderungen an die Kerbschlagarbeit – in Abhängigkeit vom anzuwendenden Sicherheitsfaktor – gelten.

ANMERKUNG 1: Bei Warmumformung und/oder einer nachfolgenden Feld-Wärmebehandlung von Rohren, die vergütet oder thermomechanisch gewalzt geliefert wurden, kann eine nachteilige Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften auftreten (siehe zum Beispiel 3.3.2).

Der Besteller sollte in entsprechenden Fällen den Hersteller auf genauere Angaben hin ansprechen.

ANMERKUNG 2: Die Anforderungen an die Kerbschlagarbeit in den Tabellen 6 und 7 wurden festgelegt, indem neben anderen Parametern ein Sicherheitsfaktor berücksichtigt wurde. Die Sicherheitsfaktoren von 1,4 und 1,6 wurden als typische Beispiele für übliche Sicherheitsfaktoren ausgewählt.

7.4 Schweißbeignung

7.4.1 Im Hinblick auf die Verfahren der Rohr- und Rohrleitungsherstellung sind Anforderungen an die chemische Zusammensetzung der Stähle und im besonderen Grenzwerte für das Kohlenstoffäquivalent CEV (siehe Tabelle 3) festgelegt worden, um sicherzustellen, daß die Stähle, die nach dieser Europäischen Norm geliefert werden, schweißbar sind.

Es sollte jedoch die Tatsache berücksichtigt werden, daß das Verhalten des Stahls während und nach dem Schweißen nicht allein stahlabhängig ist, sondern auch durch die Schweißzusatzwerkstoffe und dadurch beeinflusst wird, wie das Schweißen vorbereitet und durchgeführt wird.

7.4.2 Der Hersteller hat auf Vereinbarung für den jeweiligen Stahltyp Schweißbarkeitsdaten zu liefern oder Schweißversuche auszuführen. Im Falle von Schweißversuchen sind auch die Einzelheiten für die Ausführung der Versuche und die Abnahmekriterien zu vereinbaren.

Tabelle 5: Anforderungen an die Ergebnisse des Zugversuches und des Biegeversuches für Wanddicken ≤ 25 mm¹⁾ sowie an den Innendruckversuch mit Wasser

Stahlbezeichnung		Rohrkörper (nahtlose und geschweißte Rohre)				Schweißnaht		Gesamtrohr
						HFW, SAW, COW	SAW, COW	
Kurzname	Werkstoffnummer	Streckgrenze $R_{t0,5}$ N/mm ²	Zugfestigkeit R_m N/mm ² min.	$R_{t0,5}/R_m$ ²⁾ max.	Dehnung ³⁾ ($L_0 = 5,65\sqrt{S_0}$) A % min.	Zugfestigkeit R_m N/mm ² min.	Durchmesser des Biegedornes beim Biegeversuch ⁴⁾ (siehe 8.2.3.5)	Innendruckversuch mit Wasser (siehe 8.2.3.8)
L 245NB L 245MB	1.0457 1.0418	245 bis 440	415	0,80 0,85	22	Es gelten dieselben Werte wie für den Rohrkörper.	3 T	Jede Rohrlänge muß der Prüfung ohne Undichtheit und sichtbare Verformung widerstehen.
L 290NB L 290MB	1.0484 1.0429	290 bis 440	415	0,85 0,85	21		3 T	
L 360NB L 360QB L 360MB	1.0582 1.8948 1.0578	360 bis 510	460	0,85 0,88 0,85	20		4 T	
L 415NB L 415QB L 415MB	1.8972 1.8947 1.8973	415 bis 565	520	0,85 0,88 0,85	18		5 T	
L 450QB L 450MB	1.8952 1.8975	450 bis 570	535	0,90 0,87	18		6 T	
L 485QB L 485MB	1.8955 1.8977	485 bis 605	570	0,90 0,90	18		6 T	
L 555QB L 555MB	1.8957 1.8978	555 bis 675	625	0,90 0,90	18		6 T	

¹⁾ Die mechanischen Eigenschaften von Rohren mit größerer Wanddicke bis 40 mm sind zu vereinbaren.

²⁾ Die Werte für das Streckgrenzenverhältnis gelten für das Erzeugnis "Rohr". Sie können nicht für das Ausgangsmaterial gefordert werden.

³⁾ Diese Werte gelten für Querproben, die aus dem Rohrkörper entnommen wurden. Wenn Längsproben geprüft werden (siehe Tabelle 18), sind die Dehnungswerte um zwei Einheiten höher.

⁴⁾ T = Nennwanddicke des Rohres.

Tabelle 6: Anforderungen an die Ergebnisse des Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuches für einen Sicherheitsfaktor von 1,6¹⁾ und des Fallgewichtversuches bei 0 °C

Stahlsorte		Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch										Fallgewichtsversuch ⁴⁾	
		Mindestkerbschlagarbeit ²⁾ in J für Außendurchmesser ≤ 1430 mm und Wanddicken ≤ 25 mm ²⁾										Scherbruchanteil in %	
		Rohrkörper (Außendurchmesser D in mm)										Schweißnaht	Rohrkörper (D in mm)
Kurzname	Werkstoffnummer	≤ 510	> 510 ≤ 610	> 610 ≤ 720	> 720 ≤ 820	> 820 ≤ 920	> 920 ≤ 1020	> 1020 ≤ 1120	> 1120 ≤ 1220	> 1220 ≤ 1430	quer zur Rohrachse (längs zur Rohrachse in eckigen Klammern) ³⁾		
L 245NB L 245MB	1.0457 1.0418	40 (30) [60 (45)]										40 (30)	nicht anwendbar
L 290NB L 290MB	1.0484 1.0429												
L 360NB L 360QB L 360MB	1.0582 1.8948 1.0578												
L 415NB L 415QB L 415MB	1.8972 1.8947 1.8973	40 (30) [60 (45)]										40 (30)	85 ⁵⁾
L 450QB L 450MB	1.8952 1.8975												
L 485QB L 485MB	1.8955 1.8977												
L 555QB L 555MB	1.8957 1.8978	40 (30) [60 (45)]	41 (31) [62 (47)]	45 (34) [68 (51)]	48 (36)	51 (38)	53 (40)	56 (42)	58 (44)	63 (47)	42 (32)	40 (30)	85 ⁵⁾
		48 (36) [72 (54)]	55 (41) [83 (62)]	61 (46) [92 (69)]	66 (50)	72 (54)	77 (58)	82 (62)	87 (65)	96 (72)	47 (35)		

¹⁾ Siehe Anmerkung 2 in 7.3.

²⁾ Die Werte gelten für Normalproben. Für Untermaßproben siehe 8.2.3.3.2. Die festgelegten Werte ohne Klammern sind Mindestdurchschnittswerte für drei Versuche; die Mindesteinzelwerte (75 % der Durchschnittswerte) sind in runden Klammern angegeben. Die Anforderungen an die Kerbschlagarbeit gelten nicht für die wärmebeeinflusste Zone. Für Außendurchmesser > 1430 mm und/oder Wanddicken > 25 mm sind Werte zu vereinbaren.

³⁾ Die Proben sind quer zur Rohrachse zu entnehmen, soweit Untermaßproben mit einer Mindestbreite von ≥ 5 mm ohne Richten entnehmbar sind.

⁴⁾ Nach Vereinbarung für Rohre mit > 500 mm Außendurchmesser, einer Wanddicke > 8 mm und einer festgelegten Streckgrenze > 360 N/mm² durchzuführen.

⁵⁾ Durchschnittswert aus zwei Versuchen.

Tabelle 7: Anforderungen an die Ergebnisse des Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuches für einen Sicherheitsfaktor von 1,4¹⁾ und des Fallgewichtversuches bei 0 °C

Stahlsorte		Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch												Fallgewichtsversuch ⁴⁾ Scherbruchanteil in %										
		Mindestkerbschlagarbeit ²⁾ in J für Außendurchmesser ≤ 1430 mm und Wanddicken ≤ 25 mm ²⁾																						
		Rohrkörper (Außendurchmesser D in mm)																						
Kurzname	Werkstoffnummer	≤ 510	> 510 ≤ 610	> 610 ≤ 720	> 720 ≤ 820	> 820 ≤ 920	> 920 ≤ 1020	> 1020 ≤ 1120	> 1120 ≤ 1220	> 1220 ≤ 1430	Schweißnaht	nicht anwendbar												
quer zur Rohrachse (längs zur Rohrachse in eckigen Klammern) ³⁾										Schweißnaht	Rohrkörper (D in mm)													
L 245NB L 245MB	1.0457 1.0418	40 (30) [60 (45)]	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)			40 (30)	D ≤ 1430 quer zur Schweißnaht	40 (30)	500 < D ≤ 1430									
L 290NB L 290MB	1.0484 1.0429									40 (30) [60 (45)]	40 (30)					40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	85 ⁵⁾
L 360NB L 360QB L 360MB	1.0582 1.8948 1.0578																							
L 415NB L 415QB L 415MB	1.8972 1.8947 1.8973	40 (30) [60 (45)]	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)			40 (30)	40 (30)	85 ⁵⁾										
L 450QB L 450MB	1.8952 1.8975									40 (30) [60 (45)]	40 (30)				40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	85 ⁵⁾	
L 485QB L 485MB	1.8955 1.8977																							40 (30) [60 (45)]
L 555QB L 555MB	1.8957 1.8978	40 (30) [60 (45)]	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)	40 (30)			40 (30)	40 (30)	85 ⁵⁾										

¹⁾ Siehe Anmerkung 2 in 7.3.

²⁾ Die Werte gelten für Normalproben. Für Untermaßproben siehe 8.2.3.3.2. Die festgelegten Werte ohne Klammern sind Mindestdurchschnittswerte für drei Versuche; die Mindesteinzelwerte (75 % der Durchschnittswerte) sind in runden Klammern angegeben. Die Anforderungen an die Kerbschlagarbeit gelten nicht für die wärmebeeinflusste Zone. Für Außendurchmesser > 1430 mm und/oder Wanddicken > 25 mm sind Werte zu vereinbaren.

³⁾ Die Proben sind quer zur Rohrachse zu entnehmen, soweit Untermaßproben mit einer Mindestbreite von ≥ 5 mm ohne Richten entnehmbar sind.

⁴⁾ Nach Vereinbarung für Rohre mit > 500 mm Außendurchmesser, einer Wanddicke > 8 mm und einer festgelegten Streckgrenze > 360 N/mm² durchzuführen.

⁵⁾ Durchschnittswert aus zwei Versuchen.

7.5 Oberflächenzustand, Unregelmäßigkeiten und Fehler

7.5.1 Der Hersteller hat angemessene Vorkehrungen zu treffen, um Rohrbeschädigungen und -unregelmäßigkeiten auf ein Mindestmaß zu beschränken.

7.5.2 Der Oberflächenzustand nach der Rohrherstellung muß so beschaffen sein, daß Oberflächenunregelmäßigkeiten durch Besichtigung festgestellt werden können.

7.5.3 Oberflächenunregelmäßigkeiten, die durch Besichtigung ermittelt wurden, sind auf folgende Weise zu untersuchen, einzuordnen und zu behandeln:

- a) Unregelmäßigkeiten mit einer Tiefe gleich oder kleiner als 12,5 % der Nennwanddicke sind, soweit dabei die festgelegten Mindestwerte für die Wanddicke nicht unterschritten werden, als zulässige Unregelmäßigkeiten einzuordnen und nach C.1 zu behandeln.
- b) Unregelmäßigkeiten mit einer Tiefe größer als 12,5 % der Nennwanddicke sind, soweit dabei die festgelegten Mindestwerte für die Wanddicke nicht unterschritten werden, als Fehler einzuordnen und entweder nach C.2 durch Ausschleifen zu entfernen oder nach C.3 zu behandeln.
- c) Unregelmäßigkeiten, die zur Unterschreitung der festgelegten Mindestwanddicke führen, sind als Fehler einzuordnen und nach C.3 zu behandeln.

7.5.4 Für SAW- und COW-Rohre gelten für durch Besichtigung festgestellte Einbrandkerben die in D.5.5.2.d bis D.5.5.2.f angegebenen Zulässigkeitskriterien.

7.5.5 Die Zulässigkeitskriterien für Unregelmäßigkeiten, die durch zerstörungsfreie Prüfverfahren, wie nach 8.2.3.12 gefordert, nachgewiesen werden, sind in Anhang D festgelegt.

7.5.6 Alle Rohre müssen frei von Fehlern sein (siehe 3.4.2).

7.5.7 Geometrische Abweichungen von der normalen zylindrischen Kontur des Rohres, die als Ergebnis des Rohrumformprozesses oder des Fertigungsprozesses auftreten (z. B. Einbeulungen, Flachstellen, Überhöhungen), dürfen die folgenden Grenzwerte nicht überschreiten:

- 3 mm für Flachstellen, Überhöhungen und kalteingebrachte Einbeulungen mit scharfer Einkehlung;
- 6 mm für andere Einbeulungen.

Diese Grenzwerte gelten für den Abstand zwischen dem Punkt der größten Abweichung und der Verlängerung der normalen Rohrkontur.

Bezüglich der Messung von Flachstellen und Überhöhungen siehe 8.2.3.10.3. Die Ausdehnung von Einbeulungen darf in keiner Richtung einen Wert überschreiten, der dem halben Rohraußendurchmesser entspricht.

7.5.8 Harte Stellen mit einer Ausdehnung von mehr als 50 mm in beliebiger Richtung müssen einen Härtewert kleiner als 35 HRC (327 HB) aufweisen (siehe 8.2.3.9).

7.6 Maße, Masse und Toleranzen

7.6.1 Maße

7.6.1.1 Die Rohre müssen mit den in der Anfrage und Bestellung festgelegten Maßen und den in 7.6.3 bis 7.6.6 angegebenen Grenzabweichungen geliefert werden.

7.6.1.2 Die in Tabelle 8 angegebenen Außendurchmesser und Wanddicken, die aus ENV 10220 ausgewählt wurden, sollten vorzugsweise bestellt werden. Auch andere Maße können ausgewählt werden.

7.6.1.3 Bezüglich der Länge der Rohre siehe 7.6.3.3 und zur Ausführung der Rohrenden siehe 7.6.4.

7.6.2 Masse

Die Berechnung der längenbezogenen Masse ist nach folgender Gleichung durchzuführen:

$$M = (D - T) \cdot T \cdot 0,024\,661\,5 \text{ kg/m.}$$

Darin sind:

- M die längenbezogene Masse,
- D der Nennaußendurchmesser in mm,
- T die Nennwanddicke in mm.

Die Gleichung basiert auf einer Dichte von 7,85 kg/dm³.

7.6.3 Grenzabmaße des Rohres

7.6.3.1 Durchmesser und Unrundheit

Der Außendurchmesser und die Unrundheit, definiert in 8.2.3.10.2, müssen innerhalb der in Tabelle 9 angegebenen Grenzabmaße liegen.

(gekennzeichnet durch das eingerahmte Feld, einschließlich Rahmen)

[illegible]

Tabelle 9: Grenzabmaße für Durchmesser und Unrundheit

Außen- durchmesser D mm	Grenzabmaße des Durchmessers				Grenzabmaße der Unrundheit	
	Rohre mit Ausnahme der Enden ¹⁾		Rohrenden ^{1) 2)}		Rohre mit Ausnahme der Enden ¹⁾	Rohrenden ^{1) 2) 5)}
	Nahtlose Rohre	Geschweißte Rohre	Nahtlose Rohre	Geschweißte Rohre		
$D \leq 60$	$\pm 0,5 \text{ mm}$ oder $\pm 0,75 \% D$ (es gilt jeweils der größere Wert)	$\pm 0,5 \text{ mm}$ oder $\pm 0,75 \% D$ (es gilt jeweils der größere Wert), höchstens aber $\pm 3 \text{ mm}$	$\pm 0,5 \text{ mm}$ oder $\pm 0,5 D^3$ (es gilt jeweils der größere Wert), höchstens aber $\pm 1,6 \text{ mm}$		(in den Durchmessergrößenabmaßen enthalten)	
$60 < D \leq 610$					2,0 %	1,5 %
$610 < D \leq 1430$	$\pm 1 \% D$	$\pm 0,5 \% D$, höchstens aber $\pm 4 \text{ mm}$	$\pm 2,0 \text{ mm}^4$	$\pm 1,6 \text{ mm}^4$	1,5 % (höchstens aber 15 mm) für $\frac{D}{T} \leq 75$, 2,0 % für $\frac{D}{T} > 75$	1,0 % für $\frac{D}{T} \leq 75$, 1,5 % für $\frac{D}{T} > 75$
$D > 1430$					nach Vereinbarung	nach Vereinbarung ⁴⁾

¹⁾ Als Rohrende ist hier ein Abschnitt von 100 mm an den Rohrenden zu betrachten.
²⁾ Für nahtlose Rohre gelten die Werte für Wanddicken $\leq 25 \text{ mm}$; für größere Wanddicken nach Vereinbarung.
³⁾ Nach Vereinbarung können die Grenzabmaße für Außendurchmesser über 210 mm auf den Innendurchmesser bezogen werden.
⁴⁾ Soweit nichts anderes vereinbart wurde, beziehen sich die Durchmessergrößenabmaße auf den Innendurchmesser.
⁵⁾ Beziehen sich die Durchmessergrößenabmaße auf den Innendurchmesser, so sind auch die Anforderungen bezüglich der Unrundheit auf den Innendurchmesser zu beziehen.

7.6.3.2 Wanddicke

Die Wanddicke muß innerhalb der in Tabelle 10 angegebenen Grenzabmaße liegen.

Tabelle 10: Wanddickengrenzabmaße

Wanddicke T mm	Grenzabmaße
Nahtlose Rohre ¹⁾	
$T \leq 4$	+ 0,6 mm / - 0,5 mm
$4 < T < 25$	+ 15 % / - 12,5 %
$T \geq 25$	+ 3,75 mm / - 3,0 mm oder $\pm 10 \%$ (es gilt jeweils der größere Wert)
Geschweißte Rohre	
$T \leq 10$	+ 1,0 mm / - 0,5 mm
$10 < T < 20$	+ 10 % / - 5 %
$T \geq 20$	+ 2,0 mm / - 1,0 mm

¹⁾ Für Außendurchmesser $\geq 355,6 \text{ mm}$ sind örtliche Überschreitungen des oberen Grenzabmaßes um weitere 5 % der Nennwanddicke zugelassen. Es gelten jedoch die Grenzabweichungen der längenbezogenen Masse in 7.6.6.

7.6.3.3 Länge

7.6.3.3.1 Der Bestellung entsprechend sind die Rohre in Herstelllängen oder Festlängen zu liefern.

7.6.3.3.2 Herstelllängen sind nach den für die festgelegten Längengruppen geltenden Anforderungen (siehe Tabelle 11) zu liefern.

7.6.3.3.3 Festlängen sind mit Grenzabmaßen von $\pm 500 \text{ mm}$ zu liefern.

Tabelle 11: Anforderungen an die Herstelllängen-Gruppen

Längen- gruppe	Längenbereich für 90 % der Lieferposition ¹⁾ m	Mindest- durchschnitts- länge der Lieferposition m	Kürzeste Länge der Lieferposition m
r1	6 bis 11	8	4
r2	9 bis 14	11	6
r3	10 bis 16	13	7
r4	11 bis 18	15	8

¹⁾ Der obere Grenzwert gilt als Höchstwert für die Länge eines Einzelrohres.

7.6.3.4 Geradheit

Die Gesamtabweichung von einer Geraden muß $\leq 0,2\%$ der Gesamtrohrlänge sein. Örtliche Abweichungen von der Geradheit müssen $< 4 \text{ mm/m}$ sein.

7.6.4 Ausführung der Rohrenden

7.6.4.1 Alle Rohrenden müssen einen zur Rohrachse senkrechten Trennschnitt haben und dürfen keine schädlichen Grate aufweisen.

Die Abweichungen von der Senkrechten (siehe Bild 1) dürfen

- 1 mm, für Außendurchmesser gleich oder kleiner als 220 mm und
 - $0,005 D$, maximal aber 1,6 mm, für Außendurchmesser größer als 220 mm
- nicht überschreiten.

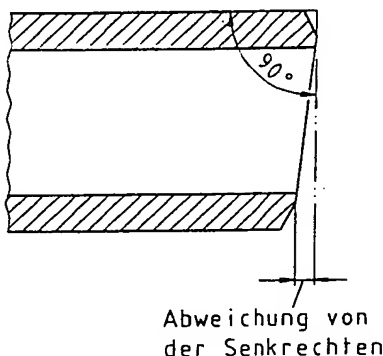


Bild 1: Abweichung von der Senkrechten

7.6.4.2 Bei Rohren mit einer Wanddicke größer als 3,2 mm sind die Stirnflächen für das Schweißen anzuschragen. Der Anschrágwinkel hat – gemessen von einer Linie senkrecht zur Rohrachse – 30° zu betragen, mit einem Grenzabmaß von $+5^\circ/0$. Die Steghöhe der Fugenflanke muß 1,6 mm mit einem Grenzabmaß von $\pm 0,8 \text{ mm}$ betragen.

Andere Formen der Stirnflächenvorbereitung können vereinbart werden.

Erfolgt innen eine Bearbeitung durch Spanen oder Schleifen, so darf der innere Anschrágwinkel, gemessen gegen die Längsachse nicht größer sein als

- in Tabelle 12 angegeben (für nahtlose Rohre);
- 7° (für geschweißte Rohre größer als 114,3 mm Außendurchmesser).

Tabelle 12: Höchstwerte für den inneren Anschrágwinkel bei nahtlosen Rohren

Nennwanddicke (T) mm	Maximaler Anschrágwinkel Grad
$T < 10,5$	7
$10,5 \leq T < 14$	9,5
$14 \leq T < 17$	11
$T \geq 17$	14

7.6.5 Grenzabmaße der Schweißnaht

7.6.5.1 Radialer Versatz der Blech- und Bandkanten

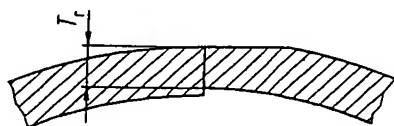
7.6.5.1.1 Bei HFW-Rohren darf der radiale Versatz der Bandkanten an der Verbindungsstelle nicht zu einer Restwanddicke T_r führen, die kleiner ist als die festgelegte Mindestwanddicke (siehe Bild 2 a).

7.6.5.1.2 Bei SAW- und COW-Rohren sind die in Tabelle 13 angegebenen Grenzwerte für den radialen Versatz (siehe o_o und o_i in Bild 2 b) der Blech-/Bandkanten einzuhalten.

Tabelle 13: Höchstwerte für den radialen Versatz an SAW- und COW-Rohren

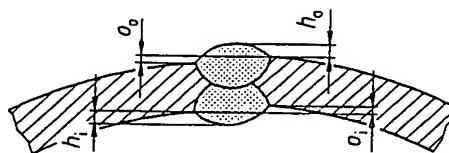
Nennwanddicke (T) mm	Höchstwert für den radialen Versatz ¹⁾ mm
$T \leq 10$	1,0
$10 < T \leq 20$	$0,1 T$
$T > 20$	2,0

¹⁾ Für Bandverbindungsnahte können andere Anforderungen vereinbart werden.



T_r Restwanddicke durch radialen Versatz

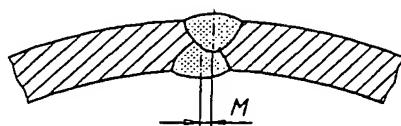
a) Radialer Versatz der Bandkanten (HFW-Rohre)



o_o, o_i äußerer/innerer Kantenversatz;

h_o, h_i äußere/innere Schweißnahtüberhöhung

b) Radialer Versatz und Schweißnahtüberhöhungen an den Blech-/Bandkanten (SAW- und COW-Rohre)



c) Lagenversatz M der Schweißlagen (SAW- und COW-Rohre)

Bild 2: Mögliche Maßabweichungen der Schweißverbindung

7.6.5.2 Höhe des Stauchwulstes oder der Schweißnaht (Schweißnahtüberhöhung)

7.6.5.2.1 Der äußere Stauchwulst von HFW-Rohren ist zu einer im wesentlichen glatt abschließenden Oberfläche abzuarbeiten. Der innere Stauchwulst darf die Rohrkontur nicht um mehr als $0,3 \text{ mm} + 0,05 T$ überschreiten, wobei T die Nennwanddicke ist. Wird nachgearbeitet, so darf dies nicht zu einer Unterschreitung des festgelegten Mindestwertes der Wanddicke führen.

Die Tiefe der Unterschneidung nach Entfernung des inneren Stauchwulstes der HFW-Rohre darf von der Rohrkontur höchstens um die in Tabelle 14 angegebenen Werte abweichen.

Tabelle 14: Höchstwerte für die Tiefe der Unterschneidungen an HFW-Rohren

Nennwanddicke (T) mm	Höchstwert für die Tiefe der Unterschneidung mm
$T \leq 4,0$	$0,1 T$
$4,0 < T \leq 8,0$	$0,4$
$T > 8,0$	$0,05 T$

7.6.5.2.2 Die innere Nahtüberhöhung von SAW- und COW-Rohren ist von beiden Rohrenden aus über eine Länge von 100 mm vollständig mit Grenzabmaßen von $+0,5/0 \text{ mm}$ abzuschleifen (siehe h_i in Bild 2 b).

An allen anderen Stellen des Rohres darf die Nahtüberhöhung die in Tabelle 15 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tabelle 15: Höchstwerte der Schweißnahtüberhöhungen bei SAW- und COW-Rohren

Nennwanddicke T mm	Höchstwert der Schweißnahtüberhöhungen	
	Innenseite h_i mm	Außenseite h_o mm
$T \leq 15$	3	3
$T > 15$	3	4

7.6.5.2.3 Die Schweißnahtüberhöhung muß gleichmäßig in den Grundwerkstoff übergehen und darf bei SAW- und COW-Rohren, soweit nicht ein Ausschleifen von Einbrandkerben zugelassen ist (siehe D.5.5.2.d), die Rohrkontur nicht unterschneiden.

7.6.5.3 Lagenversatz

Lagenversatz darf bei SAW- und COW-Rohren (siehe Bild 2 c) die in Tabelle 16 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tabelle 16: Höchstwerte für den Lagenversatz an SAW- und COW-Rohren

Nennwanddicke (T) mm	Höchstwert für den Lagenversatz mm
$T \leq 10$	3
$T > 10$	4

7.6.6 Grenzabweichungen der längenbezogenen Masse

Die längenbezogene Masse jedes einzelnen Rohres darf nicht mehr als $+10\%$ oder $-3,5\%$ von den nach 7.6.2 berechneten Werten abweichen.

8 Prüfung**8.1 Arten der Prüfung und Prüfbescheinigungen**

8.1.1 Die Übereinstimmung mit den Anforderungen des Auftrags ist für Produkte, die nach dieser Europäischen Norm hergestellt wurden, durch spezifische Prüfung nachzuweisen.

Der Besteller muß unter Beachtung der nachstehenden Anmerkungen angeben, welche der folgenden Prüfbescheinigungen erforderlich ist:

- EN 10204-3.1.A,
- EN 10204-3.1.B,
- EN 10204-3.1.C,
- EN 10204-3.2.

ANMERKUNG 1: Bei der Wahl der Prüfbescheinigung sollte der Besteller – falls erforderlich – die jeweiligen Anforderungen der Normen oder gesetzlichen Vorschriften für Rohrleitungen in Betracht ziehen.

ANMERKUNG 2: Wird eine Prüfbescheinigung 3.1.A, 3.1.C oder 3.2 bestellt, so sollte der Besteller in seinem Auftrag auch die Adresse der Stelle oder Person angeben, die von ihm mit der Durchführung der Abnahme sowie der Ausstellung und Bestätigung der Prüfbescheinigung betraut wurde. Bei der Bescheinigung 3.2 ist zu vereinbaren, welche der Parteien die Bescheinigung ausstellt.

8.1.2 Die Prüfbescheinigung hat in Übereinstimmung mit EURONORM 168 folgendes zu enthalten:

a) die notwendigen Informationen zu den Angabenblöcken

A – Geschäftsvorgänge und die daran beteiligten Parteien,

B – Beschreibung der Erzeugnisse, für die die Prüfbescheinigung gilt (Rückverfolgbarkeit muß möglich sein, siehe auch 9.1);

b) Angaben über Proben, Prüfbedingungen und Prüfungsergebnisse unter

C01 – C02 Lage der Probenabschnitte und Richtung der Proben;

C10 – C13 Zugversuch;

C40 – C43 Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch und, soweit anwendbar (siehe Tabelle 17, Fußnote 6), Fallgewichtsversuch;

C50 – C69 Biegeversuch oder Ringfaltversuch;

C71 – C92 Schmelzenanalyse und Stückanalyse;

D01 Kennzeichnung und Nachweis der Oberflächenbeschaffenheit und der Maße;

D02 – D99 zerstörungsfreie Prüfung und Innendruckversuch mit Wasser;

c) Z Bestätigung der Prüfbescheinigung.

8.2 Spezifische Prüfungen**8.2.1 Art und Umfang der Prüfungen**

8.2.1.1 Die für die verschiedenen Rohrtypen durchzuführenden Prüfungen werden in Tabelle 17, Spalten 2, 3 und 4 angegeben. Der Prüfungsumfang ist in Tabelle 17, Spalte 5 aufgeführt.

8.2.1.2 Zusätzlich zu den nach Tabelle 17 vorgeschriebenen Prüfungen können, wo es zweckmäßig ist (siehe beispielsweise B.0), Kerbschlagbiegeversuche für die Wärmeeinflußzone geschweißter Rohre vereinbart werden. Dabei sind die Einzelheiten der Anforderungen und der Prüfbedingungen ebenfalls zu vereinbaren.

Tabelle 17: Übersicht über die Prüfungen und Anforderungen

1	2			3	4	5	6	7	8
Nr	Die Festlegungen der Spalten 3 bis 8 gelten für ¹⁾			Art der Prüfungen oder Anforderungen	Status der Prüfung 2)	Prüfumfang	Probennahmebedingungen	Prüfverfahren	Anforderungen
	S	HFW	SAW, COW						
a1	x	x	x	Schmelzenanalyse	m	1 Analyse/Schmelze	Der Wahl des Herstellers überlassen.	siehe	siehe
a2	x	x	x	Stückanalyse	m	1 Analyse/Schmelze	8.2.2.1	8.2.3.1	Tabelle 3
b1	x	x	x	Zugversuch ³⁾		Mit Ausnahme der Prüfung der Bandverbindungsnaht dürfen Prüfeinheiten nur Rohre derselben Schmelze, mit demselben Wärmebehandlungszustand, mit denselben Maßen und			Tabelle 4
b2	x	x	x	– für den Rohrkörper	m		1		
b2		x	x	– für die Schweißnaht (D ≥ 210 mm)	m		1		
b3			x	– für die Bandverbindungsnaht (D ≥ 210 mm)	m	a) bei einem Außendurchmesser < 508 mm nicht mehr als 100 Rohre b) andernfalls nicht mehr als 50 Rohre enthalten.	1		Tabelle 5
c1	x	x	x	Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch (für T ≥ 5 mm) ⁴⁾	m		3	8.2.2.2.1 und Tabelle 18	
c2		x	x	– für den Rohrkörper	m	Für die Prüfung der Bandverbindungsnaht darf die Prüfeinheit je Auftragsnummer nicht mehr als 50 Rohre mit Bandverbindungsnaht enthalten.	3	8.2.3.3	Tabelle 6 und Tabelle 7
c3			x	– für die Schweißnaht ⁵⁾	m	Je Prüfeinheit ist ein Prüfrohr zu nehmen.	3		
d	x	x	x	– für die Bandverbindungsnaht ⁵⁾	m		2	8.2.3.4	
e1		x	x	Fallgewichtsversuch für den Rohrkörper ⁶⁾	o		2		
e1			x	Biegeversuch	m		2		Bild 6, Tabelle 5 und 8.2.3.5.2
e2			x	– für die Schweißnaht	m		2	8.2.3.5	
e2				– für die Bandverbindungsnaht	m		2		
f	x			Ringlaufversuch	m	4 Prüfungen je Coil; zusätzliche Prüfungen bei Schweißunterbrechung		Bild 4 und 8.2.2.2.6	8.2.3.6
g1		x	x	Makro- und metallographische Prüfung	m	Einmal je Schicht oder wenn die Rohrmaße geändert werden.		8.2.3.7.1	Bild 4, Tabelle 5 und 8.2.3.6.2
g1				– Makrographie				8.2.2.3	7.6.5.3
g2	x			– Metallographie	m	Einmal je Schicht oder wenn die Rohrmaße geändert werden.		8.2.3.7.2	8.2.3.7.2

(fortgesetzt)

Tabelle 17 (abgeschlossen)

1	2			3	4	5	6	7	8
Nr	Die Festlegungen der Spalten 3 bis 8 gelten für ¹⁾			Art der Prüfungen oder Anforderungen	Status der Prüfung ²⁾	Prüfumfang	Probe- nahme- bedin- gungen siehe	Prüfverfahren siehe	Anforderungen
	S	HFV	-Rohre						
		-Längsnaht							
h1		x	x	Härteprüfung	m	Bei kalteingeformten Rohren ist jede harte Stelle mit mehr als 50 mm Ausdehnung in beliebiger Richtung zu prüfen.	-	8.2.3.9	7.5.8
h2		x			o	Auf Vereinbarung an HFV-Rohren mit Nahtwärmebehandlung auszuführen.	-	-	-
i	x	x	x	Innendruckversuch mit Wasser	m	Jedes Rohr ist zu prüfen.	-	8.2.3.8	8.2.3.8 und Tabelle 5
j	x	x	x	Besichtigung	m	Jedes Rohr ist zu prüfen.	-	8.2.3.9	7.5
k1	x	x	x	Maßkontrolle - Außen- oder Innendurchmesser und Unrundheit an den Rohrenden	m	Die Maße jedes Rohres sind nachzuprüfen.	-	8.2.3.10.1, 8.2.3.10.2	7.6.3.1 und Tabelle 9
k2	x	x	x					- Wanddicke an den Rohrenden	8.2.3.10.4
k3	x	x	x	- andere Maßcharakteristiken	m	Stichprobenprüfung. Die Einzelheiten bleiben der Wahl des Prüfers überlassen.	-	8.2.3.10.3, 8.2.3.10.4	7.6.3.3, 7.6.3.4, 7.6.4
k4		x	x	- Schweißnaht	m				7.6.5
l	x	x	x	Wägen	m	Die Masse jedes Rohres oder Loses ist zu bestimmen.	-	8.2.3.11	7.6.6
m	x	x	x	Zerstörungsfreie Prüfung (siehe Tabelle D.1)					

1) S = Nahtlose; HFV = Hochfrequenzgeschweißte; SAW = Unterpulverschweißte; COW = Kombinationsgeschweißte

2) m = verbindlich; o = wahlweise

3) D = Außendurchmesser;

4) T = Wanddicke

5) Soweit Proben quer zur Schweißnaht mit ≥ 5 mm Breite ohne Richten entnehmbar sind.6) Nach Vereinbarung für Rohre mit Außendurchmesser > 500 mm, einer Wanddicke > 8 mm und einer Mindeststreckgrenze größer 360 N/mm² auszuführen.

7) Die Härtewerte sind zu vereinbaren.

8.2.2 Entnahme und Vorbereitung der Probenabschnitte und Proben

8.2.2.1 Probenabschnitte und Proben für die Stückanalyse
Die Probenabschnitte und Proben sind in Übereinstimmung mit ISO/DIS 14284 zu entnehmen und vorzubereiten. Die Probenahme erfolgt nach Wahl des Herstellers entweder am Blech/Band oder am Rohr.

8.2.2.2 Probenabschnitte und Proben für die mechanischen Prüfungen

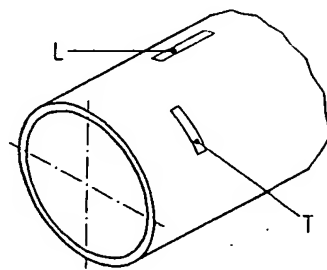
8.2.2.2.1 Allgemeines

Die Probenabschnitte und Proben für den

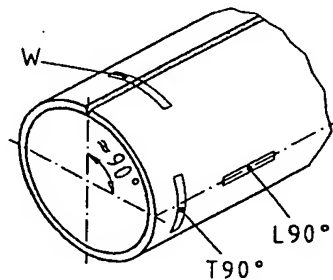
- Zugversuch,
- Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch,
- Fallgewichtsversuch,
- Biegeversuch und
- Ringfaltversuch

sind – soweit anwendbar – in Übereinstimmung mit den allgemeinen Festlegungen in prEN ISO 377 zu entnehmen und vorzubereiten.

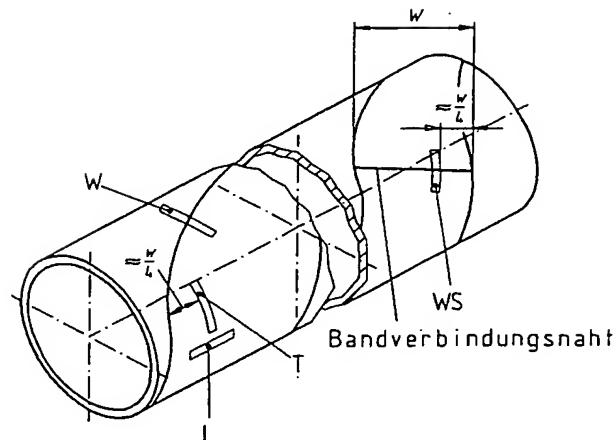
Die Probenabschnitte für die verschiedenen Prüfungen sind an den Rohrenden in Übereinstimmung mit Bild 3 und Bild 4 und mit Tabelle 18 sowie unter Beachtung der Zusatzangaben in 8.2.2.2.2 bis 8.2.2.2.6 zu entnehmen.



a)

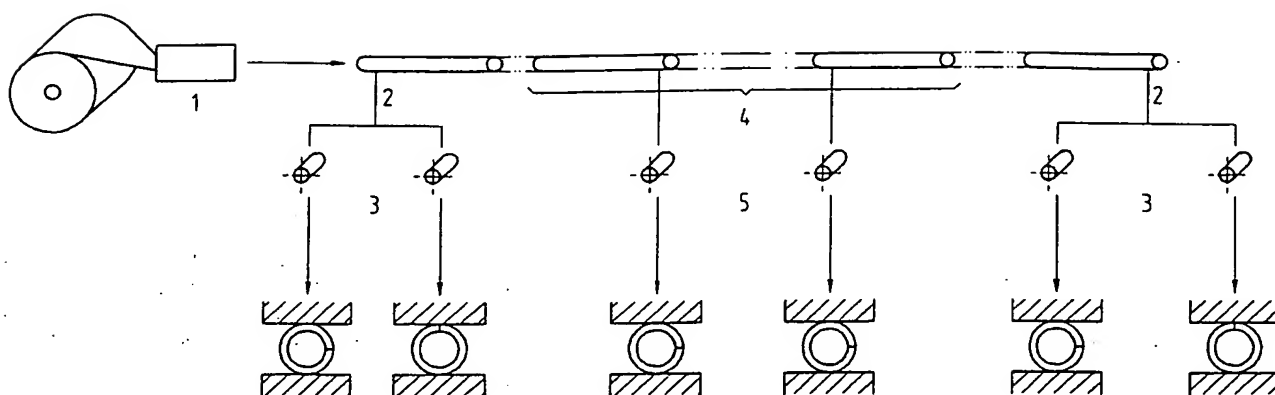


b)



c)

Bild 3: Probenlage und Erläuterung der in Tabelle 18 zur Festlegung der Probenrichtung und -lage verwendeten Symbole



- Legende: 1 Verbindungsschweißen 4 Schweißunterbrechung
2 Entnahmestelle am Bundende 5 Zwei Proben, je eine von jedem Schopfende nach einer Schweißunterbrechung
3 Schopfende, 2 Proben

Bild 4: Ringfaltversuch – Probenahme und Prüfung (schematisch) (siehe weitere Einzelheiten in 8.2.3.6.1)

Tabelle 18: Anzahl, Richtung und Entnahmestelle der je Probenabschnitt für die mechanischen Prüfungen zu entnehmenden Proben

Rohrtyp 1)	Prüfung	Proben zu entnehmen aus	Außendurchmesser der Rohre in mm			für weitere Angaben siehe
			< 210	≥ 210 < 500	≥ 500	
Nahtloses Rohr (siehe Bild 3a)	Zugversuch	dem Rohrkörper	1L	1L ²⁾	1L ²⁾	8.2.2.2.2
	Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch		3T	3T	3T	8.2.2.2.3
	Fallgewichtsversuch ³⁾		—	—	2T	8.2.2.2.4
Längsnahtrohr (siehe Bild 3b)	Zugversuch	dem Rohrkörper	1L90	1T90	1T90	8.2.2.2.2
	Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch		3T90	3T90	3T90	8.2.2.2.3
	Fallgewichtsversuch ²⁾	der Schweißnaht ⁴⁾	—	—	2T90	8.2.2.2.4
Längsnahtrohr (siehe Bild 3b)	Zugversuch	der Schweißnaht ⁴⁾	—	1W	1W	8.2.2.2.2
	Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch		3W	3W	3W	8.2.2.2.3
	Biegeversuch	der Schweißnaht ⁴⁾	2W	2W	2W	8.2.2.2.5
Spiralnahtrohr (siehe Bild 3c)	Ringfaltversuch	siehe Bild 4				8.2.2.2.6
	Zugversuch	dem Rohrkörper	1L, w/4	1T, w/4	1T, w/4	8.2.2.2.2
	Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch		3T, w/4	3T, w/4	3T, w/4	8.2.2.2.3
	Fallgewichtsversuch ³⁾		—	—	2T, w/4	8.2.2.2.4
Spiralnahtrohr (siehe Bild 3c)	Zugversuch	der Schweißnaht	—	1W	1W	8.2.2.2.2
	Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch		3W	3W	3W	8.2.2.2.3
	Biegeversuch	der Bandverbindungsnaht	2W	2W	2W	8.2.2.2.5
Spiralnahtrohr (siehe Bild 3c)	Zugversuch	der Bandverbindungsnaht	—	1WS	1WS	8.2.2.2.2
	Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch		3WS	3WS	3WS	8.2.2.2.3
	Biegeversuch		2WS	2WS	2WS	8.2.2.2.5

1) HFW = Hochfrequenzgeschweißt; SAW = Unterpulvergeschweißt; COW = Kombiniert geschweißt.

2) Auf Vereinbarung 1T anstelle von 1L.

3) Siehe Tabellen 6 und 7, Fußnote 4.

4) Werden nach Vereinbarung (siehe 6.3) Rohre mit zwei Längsnähten geliefert, so sind beide Schweißnähte diesen Prüfungen zu unterziehen.

8.2.2.2.2 Proben für den Zugversuch

Rechteckige Proben, deren Dicke der Wanddicke des Rohres entspricht, sind nach EN 10002-1 und Bild 3 zu entnehmen. Querproben sind zu richten.

- Rundproben, die aus einer ungerichteten Probe gefertigt werden, dürfen nach Vereinbarung verwendet werden.

Nach Wahl des Herstellers dürfen für die Prüfung von Rohren mit $D \leq 210$ mm aus einem Rohrabchnitt bestehende Proben verwendet werden.

Schweißnahtüberhöhungen sind abzuschleifen, örtliche Unregelmäßigkeiten dürfen beseitigt werden; die Walznaht sollte jedoch nicht von den Proben entfernt werden.

- Wenn die Rohre wärmezubehandeln sind, können nach Vereinbarung Probestücke vor der Wärmebehandlung entnommen und gerichtet werden. Das gerichtete Probestück ist danach derselben Wärmebehandlung zu unterziehen wie das Rohr.

8.2.2.2.3 Proben für den Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch

Die Proben sind in Übereinstimmung mit EN 10045-1 (siehe auch Bild 5 a) ohne Richten zu fertigen. Die Kerbachse muß senkrecht zur Rohroberfläche liegen. Bei Schweißnahtproben ist die Kerbachse in der Mitte der Schweißnaht anzuordnen. Für die Lage und Größe der Proben gelten folgende Festlegungen:

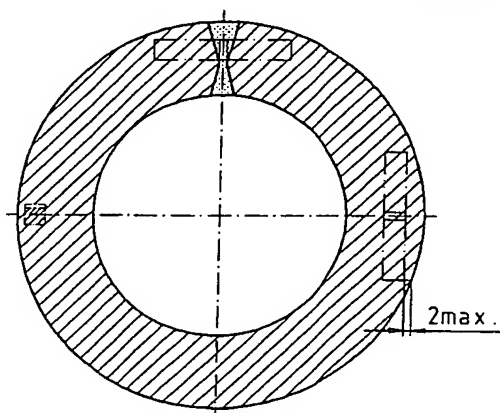
- Es sind Proben mit der größtmöglichen Breite zwischen 10 und 5 mm (siehe Bild 5) zu fertigen. Der Mindestaußendurchmesser D_{\min} des Rohres, der für die Entnahme von Querproben erforderlich ist, ergibt sich aus

$$D_{\min} = (T - 5) + \frac{756,25}{T - 5}$$

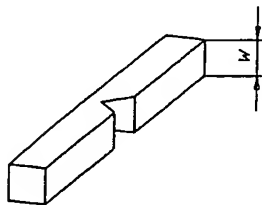
Darin ist T die Wanddicke.

- Ist es nicht möglich, Querproben der kleinstzulässigen Breite zu entnehmen, so sind Längsproben der größtmöglichen Breite zwischen 10 und 5 mm zu entnehmen.

Maße in mm



a) Lage der Proben (längs, quer, quer zur Schweißnaht)



b) Probenbreite (einschließlich von Untermaßproben)
[5 mm ≤ w < 10 mm]

Bild 5: Lage und Breite der Proben für den Kerbschlagbiegeversuch

8.2.2.2.4 Proben für den Fallgewichtsversuch

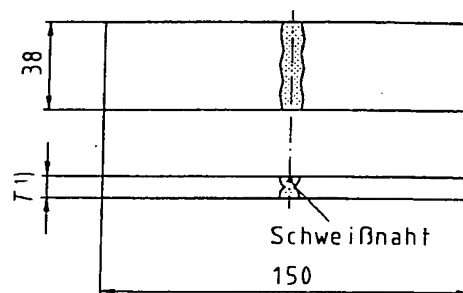
Die Proben sind in Übereinstimmung mit EN 10274 zu entnehmen und vorzubereiten.

8.2.2.2.5 Proben für den Biegeversuch

Die Proben sind in Übereinstimmung mit prEN 910 und Bild 6 zu entnehmen. Für Rohre mit einer Wanddicke > 20 mm dürfen die Proben auf einen rechteckigen Querschnitt mit einer Dicke von 19 mm abgearbeitet werden. Für Rohre mit einer Wanddicke ≤ 20 mm sind Proben mit der vollen Wanddicke und mit gekrümmtem Querschnitt verbindlich.

Die Schweißnahtüberhöhung ist beidseitig zu entfernen.

Maße in mm



- 1) Soweit nicht spanend bearbeitete Proben (siehe Erläuterung in 8.2.2.2.5) verwendet werden.

Bild 6: Probe für den Biegeversuch

8.2.2.2.6 Proben für den Ringfaltversuch

Die Proben für den Ringfaltversuch sind nach EN 10233 zu entnehmen. Geringfügige Oberflächenunregelmäßigkeiten können durch Abschleifen entfernt werden.

8.2.2.3 Proben für makrographische und metallographische Untersuchungen

Die Proben, die die Schweißnaht im Querschnitt enthalten, sind – soweit anwendbar – in Übereinstimmung mit prEN ISO 377 zu entnehmen und vorzubereiten.

8.2.3 Prüfverfahren

8.2.3.1 Chemische Analyse (Stückanalyse)

Die Elemente müssen nach den in den entsprechenden Europäischen Normen beschriebenen Verfahren bestimmt werden. Die spektrographische Analyse ist zugelassen.

In strittigen Fällen ist das für die Stückanalyse anzuwendende Verfahren zu vereinbaren.

8.2.3.2 Zugversuch

8.2.3.2.1 Der Zugversuch ist in Übereinstimmung mit EN 10002-1 durchzuführen.

Die Zugfestigkeit (R_m), die Streckgrenze für 0,5% Gesamtdehnung ($R_{t0,5}$) und die prozentuale Dehnung nach dem Bruch (A) sind für den Rohrkörper zu bestimmen.

Die prozentuale Dehnung nach dem Bruch ist unter Bezugnahme auf eine Anfangsmeßlänge von $5,65 \sqrt{S_0}$ anzugeben, wobei S_0 den Anfangsquerschnitt der Probe innerhalb der Meßlänge darstellt. Werden andere Anfangsmeßlängen verwendet, so ist die auf eine Meßlänge von $5,65 \sqrt{S_0}$ bezogene Dehnung in Übereinstimmung mit ISO 2566-1 zu ermitteln.

ANMERKUNG: Der $R_{t0,5}$ -Wert wird im Rahmen des üblichen Streubereiches der Versuchsergebnisse als annähernd gleichwertig mit dem R_{eH} - oder $R_{p0,2}$ -Wert angesehen.

8.2.3.2.2 Beim Zugversuch quer zur Schweißnaht ist lediglich die Zugfestigkeit (R_m) zu ermitteln.

8.2.3.3 Kerbschlagbiegeversuch

8.2.3.3.1 Der Kerbschlagbiegeversuch ist bei 0 °C in Übereinstimmung mit EN 10045-1 durchzuführen.

ANMERKUNG: So lange noch nationale Auslegungsvorschriften gelten, die für den Kerbschlagbiegeversuch und den Fallgewichtsversuch Prüftemperaturen und Anforderungen festlegen, die sich von den in dieser Europäischen Norm getroffenen Festlegungen unterscheiden, dürfen notwendige Abweichungen von dieser Europäischen Norm (siehe Anmerkung zum Abschnitt "Einleitung") vereinbart werden. Die Anforderungen dieser Europäischen Norm basieren jedoch auf dem Prinzip, daß Kerbschlagbiegeversuch und Fallgewichtsversuch bei derselben Temperatur durchzuführen sind.

8.2.3.3.2 Werden Proben mit einer Breite < 10 mm in Übereinstimmung mit 8.2.2.2.3 verwendet, so sind die gemessene Kerbschlagarbeit KV_p und die unter dem Kerb in mm² gemessenen Probenquerschnittsfläche (S_p) des Prüfkörpers anzugeben. Zum Vergleich mit den Anforderungen in Tabelle 6 und Tabelle 7 sind die ermittelten Werte in die Kerbschlagarbeit (KV) in Joule (J) unter Verwendung der Gleichung

$$KV = \frac{8 \cdot 10 \cdot KV_p}{S_p}$$

umzurechnen.

8.2.3.4 Fallgewichtsversuch

Der Fallgewichtsversuch ist in Übereinstimmung mit prEN 10274 durchzuführen. Die Prüftemperatur beträgt 0 °C (siehe jedoch Anmerkung zu 8.2.3.3.1).

8.2.3.5 Biegeversuch

8.2.3.5.1 Der Biegeversuch ist in Übereinstimmung mit prEN 910 durchzuführen. Die Biegedornmaße sind nach Tabelle 5 für die betreffende Stahlsorte zu wählen. Beide Proben sind um etwa 180° zu biegen, wobei die eine mit der Nahtwurzel, die andere mit der Decknaht direkt unter dem Biegedorn anzuordnen ist.

8.2.3.5.2 Die Proben dürfen weder

- vollständig brechen noch
- Risse oder Brüche im Schweißgut von mehr als 3 mm Länge, unabhängig von ihrer Tiefe, aufweisen noch
- Risse oder Brüche im Grundwerkstoff, in der Wärmeinflußzone oder in der Bindezone von mehr als 3 mm Länge und einer Tiefe von mehr als 12,5 % der Nennwanddicke aufweisen. Risse an den Probenkanten, die weniger als 6 mm lang sind, begründen, unabhängig von ihrer Tiefe, keine Zurückweisung nach b) oder c).

Wird ein Bruch oder Riß in einer Probe durch Unregelmäßigkeiten verursacht, so darf die Probe verworfen und durch eine neue Probe ersetzt werden.

8.2.3.6 Ringfaltversuch

8.2.3.6.1 Der Ringfaltversuch ist in Übereinstimmung mit EN 10233 durchzuführen. Wie in Bild 4 angezeigt, ist jeweils eine der zwei an beiden Enden eines Coils entnommenen Proben mit der Schweißnaht in der 12-Uhr-Position zu prüfen, während die beiden anderen Proben in der 3-Uhr-Position zu prüfen sind. Proben, die den bei Schweißunterbrechungen anfallenden Schopfen entnommen wurden, sind lediglich in der 3-Uhr-Position zu prüfen.

8.2.3.6.2 Der Ringfaltversuch ist in drei Schritten mit folgenden Zulässigkeitskriterien durchzuführen:

- Falten auf $\frac{1}{3}$ des ursprünglichen Außendurchmessers; eine Schweißnahtöffnung darf nicht auftreten.

- Falten auf $\frac{1}{3}$ des ursprünglichen Außendurchmessers; kein Riß oder Bruch darf außerhalb der Schweißnaht auftreten.

- Falten, bis sich die gegenüberliegenden Rohrwände berühren.

Dopplungen und verbranntes Metall dürfen in keinem Versuchsabschnitt sichtbar werden.

8.2.3.7 Makrographische und metallographische Prüfung

8.2.3.7.1 Für SAW- und COW-Rohre ist der Gleichlauf der inneren und äußeren Schweißlagen (siehe Bild 2 c) durch makrographische Prüfung nachzuweisen.

Alternative Prüfverfahren, wie beispielsweise die Ultraschallprüfung können nach Vereinbarung angewendet werden. Die Fähigkeit einer entsprechenden Prüfanlage, Lagenversatz zu ermitteln, ist zu demonstrieren. Werden alternative Prüfverfahren angewendet, so ist die makrographische Prüfung jeweils zu Beginn der Herstellung für jede Rohrabmessung (Durchmesser und/oder Wanddicke) durchzuführen.

8.2.3.7.2 Für HFW-Rohre mit wärmebehandelter Schweißnaht ist durch metallographische Untersuchung nachzuweisen, daß die Wärmeinflußzone vollständig und über die gesamte Wanddicke wärmebehandelt wurde. Zusätzlich kann eine Härteprüfung vereinbart werden.

8.2.3.8 Innendruckversuch mit Wasser

8.2.3.8.1 Der Prüfdruck beim Innendruckversuch mit Wasser ist in Übereinstimmung mit 8.2.3.8.2 so zu berechnen, daß – bezogen auf die festgelegte Mindestwanddicke des Rohres – eine Umfangsspannung von 95 % der Mindeststreckgrenze, wie sie für die jeweilige Stahlsorte festgelegt ist (siehe Tabelle 5), erreicht wird. Soweit nichts anderes vereinbart wurde, darf der hydrostatische Prüfdruck aber in keinem Fall größer sein als

- 500 bar für Außendurchmesser $\leq 406,4$ mm;
- 250 bar für Außendurchmesser $> 406,4$ mm.

ANMERKUNG: Eine höhere Umfangsspannung bis zu 100 % der festgelegten Mindeststreckgrenze kann vereinbart werden. In derartigen Fällen kann jedoch eine plastische Formänderung eintreten.

8.2.3.8.2 Die Methode zur Berechnung des Prüfdrucks beim Innendruckversuch, der erforderlich ist, um eine Umfangsspannung von 95 % der festgelegten Mindeststreckgrenze zu erreichen, ist von der Art der Prüfeinrichtung abhängig.

Demzufolge muß der Hersteller in der Prüfbescheinigung angeben, welches der folgenden Verfahren (A oder B) angewendet wurde.

Verfahren A: Erfolgt die Abdichtung am Außen- oder Innendurchmesser des Rohres, so ist die folgende Gleichung anzuwenden:

$$p = \frac{20 \cdot S \cdot T_{\min}}{D}$$

Darin sind:

- p der hydrostatische Prüfdruck in bar;
- D der Nennaußendurchmesser in mm;
- S die Spannung in N/mm², die 95 % der für die jeweilige Stahlsorte festgelegten Mindeststreckgrenze entspricht (siehe auch Anmerkung zu 8.2.3.8.1);
- T_{\min} die festgelegte Mindestwanddicke in mm.

Verfahren B: Bei der Stirnflächenabdichtung mittels Stempel wird eine Längsdruckbeanspruchung erzeugt. Um dies zu berücksichtigen, ist die folgende Gleichung anzuwenden:

$$p_1 = \frac{10S - \frac{p_R \cdot A_R}{A_p}}{\frac{D}{2T_{\min}} - \frac{A_1}{A_p}}$$

Darin sind:

- p_1 der hydrostatische Prüfdruck in bar;
- A_1 die innere Querschnittsfläche des Rohres in mm²;
- A_p die Querschnittsfläche der Rohrwand in mm²;
- A_R die Querschnittsfläche des Stempels in mm²;
- D der Nennaußendurchmesser in mm;
- p_R der innere Druck auf den Abdichtungsstempel in bar;
- S die Spannung in N/mm², die 95 % der für die jeweilige Stahlsorte festgelegten Mindeststreckgrenze entspricht (siehe auch Anmerkung zu 8.2.3.8.1);
- T_{\min} die festgelegte Mindestwanddicke in mm.

8.2.3.8.3 Der Prüfdruck ist mindestens 10 s zu halten, und bei Rohren mit einem Durchmesser ab 114,3 mm ist der Druck-Zeit-Verlauf zu registrieren. Die entsprechenden Aufzeichnungen sind für den Abnahmebeauftragten zur Einsichtnahme verfügbar zu halten.

8.2.3.9 Besichtigung

Jedes Rohr ist über die gesamte Außenoberfläche einer Sichtkontrolle zu unterziehen. Die innere Oberfläche ist

- von beiden Enden aus bei Außendurchmessern kleiner als 610 mm,
- über die gesamte Innenoberfläche bei Außendurchmessern gleich oder größer als 610 mm

zu besichtigen.

Die Prüfung hat unter ausreichenden Lichtverhältnissen⁶⁾ durch eingewiesenes Personal mit ausreichender Sehkraft zu erfolgen, damit die Einhaltung der in 7.5 genannten Anforderungen nachgewiesen werden kann.

Die Oberfläche kalteingeformter geschweißter Rohre ist auf geometrische Abweichungen in der Rohrkontur zu prüfen. Kann bei dieser Prüfung mechanische Beschädigung als Ursache von Oberflächenunregelmäßigkeiten ausgeschlossen werden und gibt es dagegen Anzeichen, daß die Oberflächenunregelmäßigkeiten ihre Ursache in einer harten Stelle haben, so sind die Ausdehnung der harten Stelle und, soweit erforderlich (siehe 7.5.8), die Härte in diesem Bereich nach EN 10003-1 oder EN 10109-1 zu ermitteln. Die Wahl des Prüfverfahrens ist dem Hersteller überlassen. Überschreiten Ausdehnung und Härte die in 7.5.8 angegebenen Zulässigkeitskriterien, so ist die harte Stelle zu entfernen.

8.2.3.10 Maßkontrolle

8.2.3.10.1 Der Durchmesser der Rohre ist zu messen. Nach Wahl des Herstellers können dazu Umfangsbandmaß oder Meßlehre verwendet werden. Nach Vereinbarung dürfen andere anerkannte Meßgeräte verwendet werden.

8.2.3.10.2 Die Unrundheit (O) in Prozent ist nach der folgenden Gleichung zu berechnen:

$$O = 100 \cdot \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D}$$

Darin sind:

- D_{\max} der größte Außen- (oder Innen-)Durchmesser;
- D_{\min} der kleinste Außen- (oder Innen-)Durchmesser;
- D der Nennaußen- (oder der entsprechende, aus dem Außendurchmesser und der Wanddicke berechnete Innen-)Durchmesser.

Die Unrundheit des Rohrkörpers ist durch Messung des größten und kleinsten Außen- oder Innendurchmessers innerhalb einer Querschnittsebene in Abhängigkeit von den Festlegungen in Tabelle 9 zu bestimmen. Der Ermittlung der Unrundheit an den Rohrenden sind in Abhängigkeit vom Herstellverfahren entsprechende Messungen des Innen- oder Außendurchmessers zugrunde zu legen.

8.2.3.10.3 Die größte Abweichung von Flachstellen und Überhöhungen von der normalen Rohrkontur ist zu messen:

- bei längsnahtgeschweißten Rohren mit einer quer zur Rohrachse angelegten Lehre und
- bei spiralsnahtgeschweißten Rohren mit einer parallel zur Rohrachse angelegten Lehre.

Die Länge der Lehren hat ein Viertel des Nennaußendurchmessers, maximal aber 200 mm, zu betragen.

8.2.3.10.4 Zur Nachprüfung anderer in 7.6 festgelegter Maß- und geometrischer Anforderungen müssen geeignete Prüfverfahren angewendet werden. Die Wahl der anzuwendenden Prüfungen ist dem Hersteller überlassen, soweit nichts anderes vereinbart wurde.

8.2.3.11 Wägen

Jedes Rohr mit einem Außendurchmesser gleich oder größer als 141,3 mm ist separat zu wiegen. Rohrlängen mit einem Außendurchmesser kleiner als 141,3 mm sind nach Wahl des Herstellers entweder einzeln oder in geeigneten Losen zu wiegen.

8.2.3.12 Zerstörungsfreie Prüfung

Zur zerstörungsfreien Prüfung siehe Anhang D.

8.2.4 Wiederholungsprüfungen, Sortierung und Nachbehandlung

Für Wiederholungsprüfungen, Sortierung und Nachbehandlung gelten die Anforderungen in EN 10021.

9 Kennzeichnung der Rohre

9.1 Allgemeine Kennzeichnung

9.1.1 Bei der Kennzeichnung der Rohre sind die folgenden Mindestangaben zu machen:

- Name oder Kennzeichen des Rohrerstellers (X);
- Nummer dieses Teils dieser Europäischen Norm;
- Stahlkurzname;
- Rohrtyp (S oder W);
- das Kennzeichen des Abnahmebeauftragten (Y);
- eine Bezugsnummer, die die Zuordnung des Erzeugnisses oder der Liefereinheit zur entsprechenden Prüfbescheinigung ermöglicht (Z).

BEISPIEL:

X EN 10208-2 L360MB S Y Z

9.1.2 Soweit nicht Prägemarkieren vereinbart wurde (siehe 9.1.3), muß die verbindliche Kennzeichnung dauerhaft in folgender Weise aufgebracht werden:

- a) Für Rohre gleich oder kleiner als 48,3 mm Außendurchmesser: auf einen Anhänger, der am Bund befestigt ist, oder durch Farbauftrag auf Verpackungs-

⁶⁾ Die Beleuchtungsstärke sollte etwa 300 Lux betragen.

band oder Bandschellen, mit denen das Bund zusammen-
mengeschnürt ist. Alternativ kann jedes Rohr nach Wahl
des Herstellers an einem Ende durch Aufschablonieren
gekennzeichnet werden.

b) Für nahtlose Rohre aller anderen Größen und für
geschweißte Rohre kleiner als 406,4 mm Außendurch-
messer: Aufschablonieren auf die Außenoberfläche,
beginnend an einem Punkt, der 450 bis 750 mm von
einem Rohrende entfernt ist.

c) Für geschweißte Rohre gleich oder größer als
406,4 mm Außendurchmesser: Aufschablonieren auf die
Innenoberfläche, beginnend an einem Punkt, der nicht
weniger als 150 mm von einem Rohrende entfernt ist.

9.1.3 Prägemarkieren kann nach Vereinbarung innerhalb
von 150 mm vom Rohrende und mindestens im Abstand
von 25 mm von der Schweißnaht angewendet werden.

- Kaltprägemarkieren (bei Temperaturen unter 100 °C) von
Blech/Band oder Rohren, die nachfolgend nicht wärme-
behandelt werden, ist nur dann zugelassen, wenn dies

besonders vereinbart wurde. In diesem Fall sind dafür ab-
gerundete oder stumpfe Stempel zu verwenden.

9.1.4 Wird ein Schutzüberzug aufgebracht, so muß die
Kennzeichnung danach lesbar sein.

9.2 Besondere Kennzeichnung

- Jede Anforderung für eine zusätzliche Kennzeichnung oder
für eine besondere Anordnung oder Methode der Kenn-
zeichnung muß Gegenstand einer Vereinbarung sein.

10 Überzüge für temporären Schutz

Soweit nichts anderes bestellt wurde, sind die Rohre mit
einem äußeren Überzug zu versehen, um sie vor dem
Rosten beim Transport zu schützen.

- Sind ungeschützte Rohre oder ein besonderer Überzug
und/oder eine besondere Auskleidung erforderlich, so ist
dies zum Zeitpunkt der Anfrage und Bestellung zu ver-
einbaren.

Anhang A (informativ)

Vergleich mit API-Stahlsorten

Die nachstehende Tabelle gibt auf der Grundlage eines Vergleiches der Streckgrenze für die in dieser Europäischen Norm
definierten Stahlsorten die entsprechenden ähnlichen Stahlsorten der Norm ANSI/API 5L (41. Ausgabe) [2] an. In anderer
Hinsicht können sich die als vergleichbar angegebenen Stahlsorten jedoch unterscheiden.

Grundstahlsorte nach EN 10208-2	Stahlsorte nach ANSI/API 5L
L245 ..	B
L290 ..	X 42
L360 ..	X 52
L415 ..	X 60
L450 ..	X 65
L485 ..	X 70
L555 ..	X 80

Anhang B (normativ)

Qualifizierung des Herstellverfahrens

B.0 Einleitende Anmerkung

In Sonderfällen (z.B. erste Lieferung oder neue Stahl-sorten) kann der Besteller bei Großaufträgen Daten anfor-dern, mit denen nachgewiesen wird, daß die in dieser Euro-päischen Norm festgelegten Anforderungen nach dem vorgeschlagenen Fertigungsverfahren erreicht werden kön-nen. Wenn annehmbare Werte aus früherer Produktion nicht verfügbar sind, z. B. bei neuen Stahlsorten und Verfah-rensabläufen, können Besteller und Hersteller einen Eignungsnachweis in Übereinstimmung mit B.1 und/oder B.2 vereinbaren.

B.1 Merkmale des Herstellverfahrens

Bevor die Produktion aufgenommen wird, hat der Hersteller dem Besteller Angaben über die Hauptmerkmale des Her-stellverfahrens zu liefern. Diese Angaben müssen folgen-des enthalten:

- a) für alle Rohre
 - Stahlhersteller;
 - Stahlerzeugungs- und Gießverfahren;
 - Zielanalyse;
 - Methodik des Innendruckversuches mit Wasser;
 - Methodik der zerstörungsfreien Prüfung des Rohres.
- b) für geschweißte Rohre
 - Blech- oder Bandherstellverfahren einschließlich Wärmebehandlungsverfahren;
 - Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung für Blech und Band;
 - Rohreinformverfahren, einschließlich Kantenvor-bereitung, Kontrolle der Ausrichtung und Form;

– Festlegungen zum anzuwendenden Schweißver-fahren einschließlich der Verfahren für Schweiß-reparaturen zusammen mit früheren Aufzeichnungen zur Eignung dieses Verfahrens.

Dazu sind hinreichende Angaben der folgenden Art vorzulegen,

für HFW-Rohre:

- Ergebnisse mechanischer Prüfungen für Rohre aus thermomechanisch gewalztem Band mit Nahtwärmebehandlung (einschließlich Härteprüfung der Wärmeeinflußzone)

- Metallographie;

und

für SAW- und COW-Rohre:

- Ergebnisse mechanischer Prüfungen (ein-schließlich von Ergebnissen der Härteprüfung der Wärmeeinflußzone);

- Chemische Analyse des eingebrachten Schweißgutes.

– Verfahren der Wärmebehandlung der Rohre, ein-schließlich der – soweit anwendbar – in-line-Wärme-behandlung der Schweißnaht;

c) für nahtlose Rohre

- Rohrumformverfahren;
- Verfahren der Wärmebehandlung der Rohre.

B.2 Prüfungen zur Qualifizierung des Herstellverfahrens

Zur Qualifizierung des Herstellverfahrens sind die im Ab-schnitt 8 festgelegten Prüfungen bei Produktionsbeginn durchzuführen. Der Umfang der Prüfungen ist zu vereinbaren. Der Besteller kann charakteristische Daten über andere Erzeugniseigenschaften (z. B. Schweißbarkeit) anfordern.

Anhang C (normativ)

Behandlung von Unregelmäßigkeiten und Fehlern, die durch Besichtigung ermittelt wurden

C.1 Behandlung von Oberflächenunregelmäßigkeiten

(siehe 7.5.3.a)

Nach Wahl des Herstellers können Unregelmäßigkeiten, die nicht als Fehler klassifiziert sind, unbehandelt im Rohr verbleiben. Eine Verbesserung der Oberfläche durch Abschleifen ist jedoch zulässig.

C.2 Beseitigung von zur Nachbehandlung zugelassenen Oberflächenfehlern

(siehe 7.5.3.b)

Alle nachbehandelbaren Oberflächenfehler sind durch Aus-schleifen zu beseitigen.

Das Ausschleifen ist so auszuführen, daß die entsprechen- den Stellen glatt in die Rohrkontur übergehen. Die vollstän- dige Entfernung von Fehlern ist durch örtliche Besichti- gung – soweit zweckmäßig ergänzt durch anwendbare ZfP-Verfahren – nachzuweisen. Nach dem Ausschleifen ist die Restwanddicke in dem nachbehandelten Bereich zu prüfen, um Übereinstimmung mit 7.6.3.2 nachzuweisen.

C.3 Behandlung von Oberflächenfehlern, die nicht zur Nachbehandlung zugelassen sind

(siehe 7.5.3.c)

Für Rohre, die nichtnachbehandelbare Oberflächenfehler enthalten, gilt eine der folgenden Festlegungen:

a) Schweißnahtfehler an nichtkaltaufgeweiteten SAW- und COW-Rohren, sind durch Schweißen in Überein- stimmung mit C.4 zu beseitigen.

b) Der den Oberflächenfehler enthaltende Rohrab- schnitt ist abzutrennen, wobei die Grenzwerte der Min- destrohrlänge einzuhalten sind.

c) Die gesamte Rohrlänge ist zurückzuweisen.

C.4 Reparieren von Fehlern durch Schweißen

Reparieren durch Schweißen ist nur für die Schweißnaht von SAW- und COW-Rohren zugelassen. Bei kaltaufgewei- teten SAW- und COW-Rohren sind Reparaturen nach dem Kaltaufweiten nicht zugelassen. Die Gesamtlänge reparier- ter Abschnitte jeder Rohrschweißnaht ist auf jeweils 5 %

der Gesamtlänge der Schweißnaht begrenzt. Schweißnahtfehler, die weniger als 100 mm voneinander entfernt sind, müssen durch eine einzige kontinuierliche Reparaturschweißung beseitigt werden. Jede einzelne Reparatur ist mit mindestens zwei Lagen/Schweißgängen über eine Mindestlänge von 50 mm durchzuführen.

Die Reparaturschweißung ist unter Anwendung eines bestätigten und qualifizierten Verfahrens durchzuführen, das – soweit normalgeglühte oder vergütete Stähle be-

troffen sind – auf den in IC 2 gegebenen Empfehlungen basieren kann.

Nach der Reparaturschweißung ist der gesamte reparierte Bereich mittels Ultraschallprüfung nach D.5.1.1 oder mittels Durchstrahlungsprüfung nach D.5.5 zu prüfen.

Nach der Reparatur ist jede reparierte Rohrlänge zusätzlich einem Innendruckversuch mit Wasser nach 8.2.3.8 zu unterziehen.

Anhang D (normativ)

Zerstörungsfreie Prüfung

D.1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang enthält Festlegungen zu den Anforderungen und zur jeweiligen Zulässigkeitsklasse für die zerstörungsfreie Prüfung (ZfP). Eine Übersicht über die Prüfungen wird in Tabelle D.1 gegeben.

D.2 Allgemeine ZfP-Anforderungen und Zulässigkeitskriterien

D.2.1 ZfP-Personal

Zum ZfP-Personal siehe 6.1.2.

D.2.2 Zeitpunkt der zerstörungsfreien Prüfungen

- U Soweit nichts anderes vereinbart wurde, ist die zerstörungsfreie Prüfung der Schweißnaht von HFW-Rohren kleiner als 200 mm Außendurchmesser und die zerstörungsfreie Prüfung über den gesamten Umfang von nahtlosen Rohren vor oder nach dem Innendruckversuch mit Wasser durchzuführen. Die zerstörungsfreie Prüfung der Schweißnaht von SAW- und COW-Rohren sowie von HFW-Rohren gleich oder größer als 200 mm Außendurchmesser ist nach dem Innendruckversuch mit Wasser durchzuführen.

Die Wahl des geeigneten Zeitpunkts für die Durchführung aller anderen festgelegten zerstörungsfreien Prüfungen bleibt dem Hersteller überlassen.

D.2.3 Restmagnetismus an den Rohrenden

Der Restmagnetismus an den Rohrenden darf parallel zur Rohrachse einen Wert von 30 G (3 mT) nicht überschreiten (siehe Anmerkung). Messungen zur Kontrolle der Einhaltung dieser Anforderung sind stichprobenweise vor dem Versand im Werk des Herstellers an der Rohrstirnfläche/ -anschrägung unter Anwendung eines geeichten Hall-Effekt-Gaussmeters oder einer gleichwertigen Prüfeinrichtung durchzuführen.

ANMERKUNG: Diese Messung kann auch in Oersted erfolgen. Dabei gilt $30\text{ G} = 30\text{ Oe}$ (in Luft), da in diesem Fall Übereinstimmung zwischen Flußdichte und Feldstärke besteht.

D.2.4 Dopplungen an den Rohrenden

Innerhalb der letzten 25 mm Rohrlänge an beiden Rohrenden sind Dopplungen in Umfangsrichtung von mehr als 6 mm Länge nicht zugelassen.

- O Der Nachweis für die Erfüllung dieser Anforderung ist nur auf Vereinbarung zu führen. In diesem Fall ist eine Ultraschallprüfung nach prEN 10246-17 anzuwenden.

D.2.5 Ungeprüfte Rohrenden

Es wird darauf hingewiesen, daß es bei vielen, in dieser Europäischen Norm festgelegten automatischen zerstörungsfreien Prüfungen einen kurzen Abschnitt an beiden

Rohrenden geben kann, der nicht geprüft werden kann. In derartigen Fällen sind entweder

- a) die ungeprüften Enden abzutrennen

oder

- b) die ungeprüften Enden sind, soweit dies nahtlose oder HFW-Rohre betrifft, einer manuellen/halbautomatischen Prüfung unter Einsatz des gleichen Verfahrens, der gleichen Prüfempfindlichkeit, Prüfparameter usw., wie sie im entsprechenden Abschnitt dieses Teils der EN 10208 festgelegt sind, zu unterziehen, wobei die Abtastgeschwindigkeit bei manueller Prüfung 150 mm/s nicht überschreiten darf,

oder

- c) soweit dies SAW- und COW-Rohre betrifft, die Festlegungen in D.5.4 anzuwenden.

D.2.6 Fehlerverdächtige Rohre

Immer dann, wenn bei der/den festgelegten Prüfung(en) Anzeigen auftreten, die eine Auslösung der Signalgeber-Anschwelle bewirken, sind die betreffenden Rohre als fehlerverdächtig einzustufen.

Fehlerverdächtige Rohre sind nach dem Abschnitt "Zulässigkeitsbedingungen" in der jeweiligen Europäischen Norm für die zerstörungsfreie Prüfung von Rohren zu behandeln, soweit in dieser Europäischen Norm nachfolgend nichts anderes festgelegt ist. Reparaturen durch Schweißen sind lediglich für die Schweißnaht von nichtkaltaufgeweiteten SAW- und COW-Rohren zugelassen – vorausgesetzt, daß die Bedingungen in C.4 erfüllt sind.

Wird eine Nachbehandlung durchgeführt, so ist durch ein geeignetes ZfP-Verfahren nachzuweisen, daß die Unregelmäßigkeiten vollständig entfernt wurden.

Jede manuelle zerstörungsfreie Prüfung örtlicher fehlerverdächtiger (nachgearbeiteter oder sonstiger) Bereiche muß unter Anwendung derselben Prüfempfindlichkeit, Prüfparameter und Zulässigkeitsklasse (Bezugsnutttiefe) durchgeführt werden, wie bei der Prüfung, bei der das Rohr ursprünglich als fehlerverdächtig eingestuft wurde. Bei der manuellen Ultraschallprüfung darf die Abtastgeschwindigkeit 150 mm/s nicht überschreiten.

D.3 Zerstörungsfreie Prüfung von nahtlosen Rohren

D.3.1 Nahtlose Rohre sind einer Ultraschallprüfung zum Nachweis von Längsfehlern nach prEN 10246-7, Zulässigkeitsklasse U3/C oder, auf Vereinbarung, U2/C zu unterziehen.

- O D.3.2 Alternativ, auf Vereinbarung, sind nahtlose Rohre mit einer Nennwanddicke kleiner als 10 mm unter Einsatz der Streuflußprüfung nach prEN 10246-5, Zulässigkeitsklasse F3 oder auf Vereinbarung F2, zu prüfen.

Tabelle D.1: Übersicht über zerstörungsfreie Prüfungen

1	2	3	4	5
Nr	ZfP-Verfahren	Status der Prüfung 1)	Art der Prüfungen, Anforderungen, Zulässigkeitsklasse	Bezug
Nahtlose und geschweißte Rohre				
1	Restmagnetismus an den Rohrenden	m	Hall-Effekt-Gaussmeter oder gleichwertiges Meßgerät; 30 Gauss/Oersted max., Stichprobenprüfung	D.2.3
2	Dopplungen an den Rohrenden	o	Ultraschallprüfung prEN 10246-17, Zulässigkeitsgrenze: Dopplungslänge 6 mm max. in Umfangsrichtung	D.2.4
Nahtlose Rohre				
3	Längsfehler (einschließlich der Rohrenden, soweit anwendbar – siehe D.2.5)	m	Ultraschallprüfung prEN 10246-7, Zulässigkeitsklasse U3/C oder, auf Vereinbarung, U2/C	D.3.1
			oder (auf Vereinbarung für $T < 10$ mm) Streuflußprüfung prEN 10246-5, Zulässigkeitsklasse F3 oder, auf Vereinbarung, F2	D.3.2
Hochfrequenzgeschweißte Rohre				
4	Längsfehler in der Schweißnaht (einschließlich der Rohrenden, soweit anwendbar – siehe D.2.5)	m	Ultraschallprüfung prEN 10246-7 oder prEN 10246-8, Zulässigkeitsklasse U3/C (U3) oder, auf Vereinbarung, U2/C (U2)	D.4.1.1
			oder (auf Vereinbarung für $T < 10$ mm) Streuflußprüfung prEN 10246-5, Zulässigkeitsklasse F3 oder, auf Vereinbarung, F2	D.4.1.2.a
			oder (auf Vereinbarung für $D < 250$ mm; $T < 6$ mm; $\frac{T}{D} < 0,18$) Wirbelstromprüfung prEN 10246-3, Zulässigkeitsklasse E2	D.4.1.2.b
5	Dopplungen im Rohrkörper	o	Ultraschallprüfung prEN 10246-15, Zulässigkeitsklasse U2 oder prEN 10246-14, Zulässigkeitsklasse U2	D.4.2
6	Dopplungen an den Bandkanten/im an die Schweißnaht angrenzenden Bereich	o	Ultraschallprüfung prEN 10246-15 oder prEN 10246-16, Zulässigkeitsklasse U2	D.4.3
Unterpulvergeschweißte/kombiniert geschweißte Rohre				
7	Längs-/Querfehler in der Schweißnaht	m	Ultraschallprüfung prEN 10246-9, Zulässigkeitsklasse U2/U2H oder "Zwei Lambda"-Justierungsmethode (auch für die Bandverbindungsnaht von Spiralnahtrohren)	D.5.1
			Durchstrahlungsprüfung prEN 10246-10, Bildgüteklasse R1, Zulässigkeitsklasse wie nach D.5.5, für T-Verbindungen von Spiralnahtrohren	D.5.1.2
8	Dopplungen im Rohrkörper	o	Ultraschallprüfung prEN 10246-15, Zulässigkeitsklasse U2	D.5.2
9	Dopplungen an den Band- oder Blechkanten/im an die Schweißnaht angrenzenden Bereich	o	Ultraschallprüfung prEN 10246-15 oder prEN 10246-16, Zulässigkeitsklasse U2	D.5.3
10	ZfP der Schweißnaht an den Rohrenden (ungeprüfte Enden)/reparierter Bereiche	m	Ultraschallprüfung prEN 10246-9 nach den Anforderungen von D.5.1.1 auf Längsfehler, Zulässigkeitsklasse U2/U2H	D.5.4, D.5.5
			oder (soweit nichts anderes vereinbart wurde) Durchstrahlungsprüfung prEN 10246-10, Bildgüteklasse R1 (siehe D.5.5) auf Längsfehler	
			und Ultraschallprüfung prEN 10246-9 oder Durchstrahlungsprüfung prEN 10246-10 auf Querfehler, Zulässigkeitsgrenzen wie nach D.5.4	

1) m = verbindliche, o = zu vereinbarende Prüfung für eine verbindliche Anforderung

¹⁾ m = verbindliche, o = zu vereinbarende Prüfung für eine verbindliche Anforderung

D.4 Zerstörungsfreie Prüfung von HFW-Rohren

D.4.1 Zerstörungsfreie Prüfung der Schweißnaht

- D.4.1.1** Die Schweißnaht hochfrequenzgeschweißter Rohre ist über die gesamte Länge einer Ultraschallprüfung auf Längsfehler, nach Wahl der Hersteller entweder nach prEN 10246-7 oder nach prEN 10246-8, Zulässigkeitsklasse U3/C bzw. U3, zu unterziehen. Auf Vereinbarung können Zulässigkeitsklasse U2/C bzw. U2 angewendet werden.
- **D.4.1.2** Alternativ, auf Vereinbarung, ist die Schweißnaht über die gesamte Länge unter Anwendung eines der folgenden Prüfverfahren zu prüfen:
- a) Für Rohre mit einer Nennwanddicke < 10 mm: Streuflußprüfung nach prEN 10246-5, Zulässigkeitsklasse F3 oder, auf Vereinbarung, F2.
 - b) Für Rohre mit einem Außendurchmesser $D < 250$ mm, einer Nennwanddicke $T < 6$ mm und einem Verhältniswert $T/D < 0,18$: Wirbelstromprüfung (Durchlaufspulen- oder Segmentspulentechnik) nach prEN 10246-3, Zulässigkeitsklasse E2.

D.4.2 Dopplungen im Rohrkörper

Innerhalb des Rohrkörpers sind Einzeldopplungen oder Ansammlungen von Dopplungen, die die Grenzwerte U2 in prEN 10246-15 bzw. U2 in prEN 10246-14 überschreiten, nicht zugelassen.

- Der Nachweis über die Einhaltung dieser Anforderung ist nur auf Vereinbarung zu führen. In diesem Fall ist eine Ultraschallprüfung im Rohrwerk, nach Wahl des Herstellers entweder am Flachmaterial vor dem Schweißen, nach prEN 10246-15, Zulässigkeitsklasse U2 oder am geschweißten Rohr nach prEN 10246-14, Zulässigkeitsklasse U2, durchzuführen.
-

D.4.3 Dopplungen an den Bandkanten/im an die Schweißnaht angrenzenden Bereich

Innerhalb einer 15 mm breiten Zone an beiden Bandlängskanten bzw. der an die Schweißnaht angrenzenden Bereiche sind Einzeldopplungen oder Ansammlungen von Dopplungen, die die in prEN 10246-15 bzw. prEN 10246-16 angegebene Zulässigkeitsklasse U2 überschreiten, nicht zugelassen.

- Der Nachweis über die Einhaltung dieser Anforderung mittels Ultraschallprüfung im Rohrwerk, nach Wahl des Herstellers entweder durch Prüfen der Bandkanten vor dem Schweißen nach prEN 10246-15, Zulässigkeitsklasse U2, oder des an die Schweißnaht angrenzenden Bereiches nach dem Schweißen nach prEN 10246-16, Zulässigkeitsklasse U2, ist nur dann zu führen, wenn dies vereinbart wurde.
-

D.5 Zerstörungsfreie Prüfung von SAW- und COW-Rohren

D.5.1 Ultraschallprüfung auf Längs- und Querfehler in der Schweißnaht

D.5.1.1 Die Schweißnaht von SAW- und COW-Rohren ist über die gesamte Länge mittels Ultraschall nach prEN 10246-9, Zulässigkeitsklasse U2/U2H, auf Längs- und Querfehler mit den nachstehend unter a) bis e) angegebenen Abweichungen, zu prüfen:

- a) Die Nuttiefe darf höchstens 2,0 mm betragen.
- b) Die Anwendung innerer und äußerer Längsnuten, die in der Mitte der Schweißnaht angeordnet sind, ist für die Justierung der Prüfanlage nicht zugelassen.

c) Als Alternative zur Anwendung der Bezugsbohrung für die Justierung der Prüfanlage zum Nachweis von Querfehlern ist es zugelassen, innere und äußere Bezugsnuten nach Zulässigkeitsklasse U2 zu verwenden, die rechtwinklig zu und mittig über der Schweißnaht angeordnet sind. In diesem Fall sind innere und äußere Schweißnahtüberhöhungen so abzuschleifen, daß sie in die Rohrkontur in unmittelbarer Umgebung und zu beiden Seiten der Bezugsnuten glatt übergehen. Die Nuten müssen in Längsrichtung einen ausreichenden Abstand voneinander und von jeder verbliebenen Schweißnahtüberhöhung haben, so daß klar identifizierbare, getrennte Ultraschallanzeigen erhalten werden. Die Einstellung der Signalgeber-Ansprechschwelle der Anlage ist anhand der vollen Signalamplitude jeder dieser Nuten vorzunehmen.

- d) Als Alternative zur Anwendung von Nuten der Zulässigkeitsklasse U2 für die Gerätejustierung ist es nach Vereinbarung zugelassen, innere und äußere Nuten mit festgelegter Nuttiefe zu verwenden und die Prüfeempfindlichkeit durch elektronische Mittel (d.h. Verstärkung in dB) zu vergrößern. Die Nuttiefe muß in diesem Fall (bekannt als "Zwei-Lambda"-Methode) zweimal so groß wie die der angewendeten Ultraschallfrequenz entsprechende Wellenlänge sein, berechnet nach:

$$\text{Wellenlänge} = \frac{\text{Ultraschallgeschwindigkeit (tr)}}{\text{Ultraschallfrequenz}}$$

(z.B., bei 4 MHz Prüffrequenz, Wellenlänge = 0,8 mm, d.h., Nuttiefe = 1,6 mm)

Die erforderliche Erhöhung der Prüfeempfindlichkeit muß in Abhängigkeit von der Rohrwanddicke festgelegt werden, und der Hersteller hat dem Besteller überzeugend nachzuweisen, daß die erreichte Prüfeempfindlichkeit im wesentlichen genauso groß ist wie bei der Anwendung von Nuten der Zulässigkeitsklasse U2.

e) Der Hersteller darf eines der in D.5.4 beschriebenen Verfahren zur erneuten Prüfung anwenden.

D.5.1.2 Bei Spiralnahtrohren ist die Bandverbindungsnaht über ihre gesamte Länge einer Ultraschallprüfung zu unterziehen, wobei Prüfeempfindlichkeit und Parameter der Ultraschallprüfung wie bei der Prüfung der schraubenlinienförmigen Hauptnaht nach D.5.1.1 zu wählen sind.

Zusätzlich sind die T-Verbindungen dort, wo die Enden der Bandverbindungsnaht mit der Hauptnaht zusammentreffen, mittels Durchstrahlungsprüfung nach D.5.5, unter Anwendung der dort angegebenen Zulässigkeitsgrenzen, zu prüfen.

D.5.2 Dopplungen im Rohrkörper

Innerhalb des Rohrkörpers sind Einzeldopplungen oder Ansammlungen von Dopplungen, die die U2-Grenzwerte in prEN 10246-15 überschreiten, nicht zugelassen.

- Der Nachweis für die Einhaltung dieser Anforderung ist nur auf Vereinbarung zu führen. In diesem Fall ist eine Ultraschallprüfung, entweder im Blechwalzwerk oder im Rohrwerk und im letzteren Fall, nach Wahl des Herstellers, entweder am Flachmaterial oder am Rohr, nach prEN 10246-15, Zulässigkeitsklasse U2, durchzuführen.
-

D.5.3 Dopplungen an den Band- oder Blechkanten/im an die Schweißnaht angrenzenden Bereich

Innerhalb einer 15 mm breiten Zone an beiden Längskanten des Bandes oder Bleches bzw. der an die Schweißnaht angrenzenden Bereiche und, bei Spiralnahtrohren, an den Bandquerkanten bzw. den an die Stoßnaht angrenzenden Bereichen sind einzelne Dopplungen oder Ansammlungen von Dopplungen, die die in prEN 10246-15 bzw.

prEN 10246-16 angegebenen U2-Grenzwerte überschreiten, nicht zugelassen.

- Der Nachweis für die Einhaltung dieser Anforderung ist nur auf Vereinbarung zu führen. In diesem Fall ist eine Ultraschallprüfung, nach Wahl des Herstellers entweder der Blech-/Bandkanten – im Blechwalzwerk oder Rohrwerk vor dem Zusammenschweißen – nach prEN 10246-15, Zulässigkeitsklasse U2, oder der an die Schweißnaht angrenzenden Bereiche – im Rohrwerk nach dem Schweißen – nach prEN 10246-16, Zulässigkeitsklasse U2, durchzuführen.

D.5.4 Zerstörungsfreie Prüfung der Schweißnaht an den Rohrenden/reparierter Bereiche

Der Abschnitt der Schweißnaht an den Rohrenden, der nicht auf der automatischen Ultraschallprüfanlage geprüft werden kann, sowie reparierte Abschnitte der Schweißnaht (siehe C.4) sind der folgenden Behandlung zu unterziehen:

- Zum Nachweis von Längsfehlern einer manuellen oder halbautomatischen Ultraschallprüfung unter Anwendung derselben Prüfparameter und Prüfempfindlichkeit, wie sie in D.5.1.1 festgelegt sind oder, soweit nichts anderes vereinbart wurde, einer Durchstrahlungsprüfung nach D.5.5.
- Zum Nachweis von Querfehlern, nach Wahl des Herstellers, entweder einer manuellen bzw. halbautomatischen Ultraschallprüfung unter Anwendung derselben Prüfparameter und Prüfempfindlichkeit wie sie in D.5.1.1 festgelegt ist oder einer Durchstrahlungsprüfung nach D.5.5.

Wird die manuelle Ultraschallprüfung durchgeführt, so darf die Abtastgeschwindigkeit 150 mm/s nicht überschreiten.

D.5.5 Durchstrahlungsprüfung der Schweißnaht

D.5.5.1 Soweit anwendbar, ist die Durchstrahlungsprüfung der Schweißnaht nach prEN 10246-10, Bildgüteklasse R1 durchzuführen, wobei die nachstehend unter a) bis c) angegebenen Bedingungen einzuhalten sind:

- Die Anforderungen an die Empfindlichkeit, die in Tabelle D.2 für das Grundmaterial angegeben werden, sind unter Anwendung des ISO-Draht-Penetrameters nach ISO 1027 oder – soweit vereinbart – eines gleichwertigen Loch-Penetrameters nachzuweisen.
- Es dürfen nur Röntgenstrahlen unter Verwendung feinkörniger, kontrastreicher Industrie-Röntgenfilme mit Blei-Aufnahmefolien angewendet werden. Auf Vereinbarung sind fluoroskopische Verfahren zugelassen, sofern der Hersteller die Gleichwertigkeit mit der Röntgenfilm-Technik nachweisen kann.
- Die Schwärzung der Röntgenaufnahme darf nicht weniger als 2,0 betragen und ist so zu wählen, daß sie für den dicksten Teil der Schweißnaht mindestens 1,5 erreicht und daß für den verwendeten Filmtyp der größte Kontrast gesichert ist.

D.5.5.2 Bei der Durchstrahlungsprüfung sind die nachstehend unter a) bis f) angegebenen Zulässigkeitsgrenzen für die Schweißnaht einzuhalten:

Tabelle D.2: Anforderungen an die Empfindlichkeit der Durchstrahlungsprüfung, Bildgüteklasse R1 nach prEN 10246-10

Wanddicke mm		Geforderte Erkennbarkeit	
größer als	bis	des Loches mit einem Durchmesser mm	des Drahtes mit einem Durchmesser mm
4,5	10	0,40	0,16
10	16	0,50	0,20
16	25	0,63	0,25
25	32	0,80	0,32
32	40	1,00	0,40

a) Risse, unvollständige Durchschweißung oder Bindefehler sind nicht zugelassen.

b) Einzelne kreisförmige Schlackeneinschlüsse und Gasblasen mit einem Durchmesser bis 3,0 mm oder $T/3$ (T = Nennwanddicke) – es gilt jeweils der kleinere Wert – sind zugelassen.

Die Summe der Durchmesser aller derartigen zugelassenen Einzelunregelmäßigkeiten auf jeweils 150 mm oder 12 T Schweißnahtlänge – es gilt jeweils der kleinere Wert – darf 6,0 mm oder 0,5 T – es gilt jeweils der kleinere Wert – nicht überschreiten, soweit der Abstand der einzelnen Einschlüsse kleiner als 4 T ist.

c) Einzelne langgestreckte Schlackeneinschlüsse mit einer Länge bis zu 12,0 mm oder 1 T – es gilt jeweils der kleinere Wert – oder bis zu 1,6 mm Breite sind zugelassen.

Die zulässige Gesamtlänge derartiger zugelassener Einzelunregelmäßigkeiten auf jeweils 150 mm oder 12 T Schweißnahtlänge – es gilt jeweils der kleinere Wert – darf 12,0 mm nicht überschreiten, soweit der Abstand zwischen den Einzelunregelmäßigkeiten kleiner als 4 T ist.

d) Einzelne Einbrandkerben beliebiger Länge und einer maximalen Tiefe von 0,4 mm sind zugelassen.

Einzelne Einbrandkerben einer maximalen Länge von $T/2$ und einer maximalen Tiefe von 0,8 mm, soweit sie nicht 10% der Nennwanddicke überschreiten, sind zugelassen, vorausgesetzt, daß nicht mehr als zwei derartiger Einbrandkerben auf jeweils 300 mm Schweißnahtlänge auftreten und alle Einbrandkerben ausgeschliffen sind.

e) Einbrandkerben, die die obengenannten Grenzwerte überschreiten, sind zu reparieren (siehe C.4), oder der entsprechende Bereich ist abzutrennen, oder das Rohr ist zurückzuweisen.

f) Einbrandkerben beliebiger Länge und Tiefe auf der Innen- und Außenlage der Schweißnaht, die sich in Längsrichtung überdecken, sind nicht zugelassen.

Anhang E (informativ)

Literaturhinweise

- ISO/DIS 3183-2: Petroleum and natural gas industries – Steel pipe for pipelines – Technical delivery conditions – Part 2: Pipes of requirement class B
 - American National Standard ANSI/API Spec 5L: Specification for line pipe; 41st edition, April 1, 1995
 - Demofonti, G.; Jones, D.G.; Pistone, G.; Re, G.; Vogt, G.: EPRG recommendation for crack arrest toughness for high strength line pipe steels (EPRG-Empfehlung für die den Rißstopp sichernde Zähigkeit hochfester Leitungsrohrstähle) Presentation of the European Pipeline Research Group to the 8th Symposium on Line Pipe Research; Houston, Texas (1993-09-26/29); 13 Seiten, 7 Bilder, 3 Tabellen.
- [Zu bestellen von: American Gas Association, Order and Billing Department, 1515 Wilson Boulevard, Arlington, Virginia 22209 USA]